

Mónica Encantado
Gaboleiro

**Otimização de Rotas de Apoio
Domiciliário numa Instituição
Particular de Solidariedade Social
do Distrito de Setúbal**



Relatório de Dissertação do Mestrado em
Ciências Empresariais

ORIENTADOR

(Professora, Graça Costa)

COORDINADOR

(Professora, Isabel Gomes (FCT UNL))

Data da realização da prova (Junho de 2020)

Mónica Encantado
Gaboleiro

**Otimização de Rotas de Apoio
Domiciliário numa Instituição
Particular de Solidariedade Social
do Distrito de Setúbal**

JÚRI

Presidente: (Professora, Luísa Carvalho, Instituto Politécnico de Setúbal)

Orientador: (Professora, Graça Costa, Instituto Politécnico de Setúbal)

Vogal: (Professor, Tiago Pinho, Instituto Politécnico de Setúbal)

Data da realização da prova (Junho de 2020)

Agradecimentos

A realização de um projeto como uma dissertação de mestrado por vezes torna-se num caminho longo e solitário. Felizmente, experienciei um caminho, que apesar de longo e com bastantes limitações ao nível da minha disponibilidade, nada teve de solitário. Tendencialmente escolho sempre o caminho mais difícil seja para que caminhada for, talvez por gostar de desafios ou por achar que o resultado final possa ser mais gratificante. Também o caminho para iniciar a minha dissertação não foi o mais fácil, pois escolhi fazer uma parceria com outra instituição de ensino, algo não habitual na Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Setúbal. Logo desde aí pude contar com o apoio da Professora Sandra Nunes, à qual agradeço profundamente, que foi a possibilitadora do estabelecimento desta parceria.

À Professora Graça Costa por todo o apoio que me deu, sempre com uma palavra amiga e motivadora a dar, pela sua total disponibilidade em orientar a minha dissertação.

À Professora Isabel Gomes que se prontificou para o estabelecimento da parceria entre a FCT/UNL e a ESCE/IPS, disponibilizando o seu estudo de caso assim como todos os materiais e apoio técnico necessário à realização deste projeto.

À Dra. Sandrina Marques e à Dra. Inês Pedro por toda a disponibilidade demonstrada na participação neste projeto, pela forma simpática como me receberam na Cáritas e por todo o trabalho que têm desenvolvido em prol dos utentes da Cáritas.

À minha família que sempre acreditou em mim e me deu força para continuar, em especial aos meus pais, exemplo de coragem, que deles trago o espírito lutador e de perseverança.

Ao meu marido pelo seu incondicional apoio, por toda a ajuda, cooperação e compreensão e por todas as palavras amigas e de incentivo nos momentos mais difíceis.

Resumo

A acentuação do índice de envelhecimento das populações é uma problemática bastante atual, com Portugal a apresentar um dos mais altos níveis de envelhecimento da população na União Europeia. Em Portugal existem cerca de 153 idosos por cada 100 jovens, sendo que 33% destes idosos são dependentes. Os serviços de apoio domiciliário surgem como uma resposta social para a problemática da dependência, pelo que com a sua acentuação a procura por este tipo de serviços também aumenta. Estes serviços são prestados, na sua maioria, por organizações sem fins lucrativos, cujos orçamentos são habitualmente reduzidos.

Este trabalho procura melhorar o planeamento do Serviço de Apoio Domiciliário da Cáritas Diocesana de Setúbal, tendo como objetivo geral a otimização das suas rotas. Através da aplicação do modelo de otimização de rotas em apoio domiciliário desenvolvido por Gomes e Ramos (2019) procura-se minimizar os tempos gastos nas deslocações durante a prestação dos serviços, perceber se existe margem para introduzir novos utentes no sistema e aferir a adequabilidade do modelo ao caso do Serviço de Apoio Domiciliário da Cáritas de Setúbal.

No estudo em causa é utilizada uma abordagem mista, seguindo a metodologia de estudo de caso com caso único. Na recolha das informações foram utilizados diversos métodos e fontes de informação, tais como: entrevistas às Técnicas responsáveis e às cuidadoras, análise documental de diversos livros, artigos e documentos fornecidos pela Cáritas, e observação participante através do acompanhamento das voltas.

O modelo de otimização desenvolvido permitiu obter uma solução admissível para segunda-feira, terça-feira e fim-de-semana, conseguindo-se reduzir o tempo total gasto em deslocações em 32, 39 e 3 minutos, respetivamente. Para a quarta, quinta e sexta-feira, o modelo não conseguiu obter qualquer solução admissível.

Palavras-Chave: Logística, Apoio Domiciliário, Otimização de Rotas

Abstract

The accentuation of the population aging index is a current problem, and Portugal has one of the highest levels of population aging in the European Union. Portugal has 153 elders per 100 young people, and 33% of these elders are dependent. Home care services emerge as a social response to the problem of dependence, and with the increased of population aging, the demand for home care services also increases. Most of these services are provided by non-profit organizations, whose budgets are usually reduced.

This work aims to improve the planning of the Home Care Service of Cáritas Diocesana de Setúbal, with the general objective of optimizing its routes. Through the application of the route optimization model in home care developed by Gomes and Ramos (2019), one seeks to minimize the time spent traveling during the home care services, to analyse the possibility to introduce new patients in the system and to check the suitability of the model to Cáritas de Setúbal case.

In this study a mixed approach is used following the methodology of case study with single case. In the collection of information, various methods and sources were used, such as: interviews with the Responsible Techniques and the caregivers, documentary analysis from books, articles and documents provided by Cáritas, and participant observation through route tracking.

The optimization model developed allowed us to obtain a feasible solution for Monday, Tuesday, Saturday and Sunday, reducing total traveling time by about 32, 39 and 3 minutes, respectively. With respect to Wednesday, Thursday and Friday the model wasn't able to find any feasible solution.

Key-Words: Logistics, Home Health Care, Route Optimization

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	vii
Lista de Siglas e Abreviaturas.....	viii
Introdução.....	1
1 Revisão de Literatura	3
1.1 Serviço de Apoio Domiciliário	3
1.2 Otimização de Rotas.....	4
1.3 Otimização de Rotas em Apoio Domiciliário	10
2 Objetivos e Metodologia.....	16
3 O Estudo de Caso.....	19
3.1 Cáritas Diocesana de Setúbal.....	19
3.2 Serviço de Apoio Domiciliário na Cáritas Diocesana de Setúbal.....	20
3.3 Análise Crítica.....	25
4 Modelo e Tratamento de Dados	27
4.1 O Modelo de Otimização de Rotas	27
4.1.1 Índices e Conjuntos	28
4.1.2 Parâmetros.....	28
4.1.3 Variáveis.....	29
4.1.4 Formulação do modelo	29
4.1.5 Descrição do Modelo	30
4.2 Aplicação do Modelo.....	32
4.2.1 Utentes	32
4.2.2 Centro de Dia	33
4.2.3 Janelas Temporais	34

4.2.4	Duração dos Serviços.....	34
4.2.5	Distâncias/Deslocações.....	35
5	Análise e Discussão dos Resultados Obtidos	36
5.1	Resultados Obtidos	36
5.2	Análise e Discussão dos Resultados	39
	Conclusão e Investigação Futura.....	44
	Referências Bibliográficas.....	47
	Apêndices.....	- 1 -
1	Lista das informações necessárias acerca do SAD da Cáritas.....	- 1 -
2	Tabela resumo do Serviço de Apoio Domiciliário na Cáritas	- 2 -
3	Matriz das distâncias entre nodos da rede da Cáritas de Setúbal	- 3 -
4	Exemplo do ficheiro <i>Input</i> das janelas temporais no modelo – “M_SAD_TW2”	- 6 -
5	Exemplo do ficheiro <i>Input</i> da duração dos serviços no modelo – “M_SAD_W5”.....	- 7 -
6	Exemplo do ficheiro <i>Input</i> das distâncias no modelo – “M_SAD_dist7_Carro”.....	- 8 -

Índice de Figuras

Figura 1: Exemplo de VRP - a) conjunto de clientes a servir; b) solução após aplicação de VRP	7
Figura 2: Distribuição geográfica das habitações dos utentes da Cáritas e do CD “Padre Camilo” – situação inicial	22
Figura 3: Organização dos utentes de SAD por voltas - situação Atual.....	23
Figura 4: Distribuição geográfica das habitações dos utentes em SAD e do CD “Padre Camilo” – com solução obtida após aplicação do modelo	38
Figura 5: Gráfico de comparação dos tempos totais de deslocação por equipa	41
Figura 6: Gráfico de comparação dos tempos de serviço associados a cada equipa.....	41
Figura 7: Rotas do SAD da CDS – Solução Atual	42
Figura 8: Rotas do SAD da CDS – Após aplicação do modelo de otimização de rotas	43

Índice de Tabelas

Tabela 1: Descrição dos Casos A e B.....	14
Tabela 2: Esquema de trabalho das equipas das higiènes, organizado por voltas.....	21
Tabela 3: Tempos de deslocação associado a cada volta e respetivas rotas.....	24
Tabela 4: Utenes em SAD e respetivas réplicas por cada dia da semana	33
Tabela 5: Solução obtida para o SAD da CDS através da aplicação do modelo de otimização de rotas.....	37
Tabela 6: Comparação dos tempos de deslocação antes e após aplicação do modelo de otimização de rotas.....	39

Lista de Siglas e Abreviaturas

CD – Centro de Dia

CDS – Cáritas Diocesana de Setúbal

CPLEX – *Software* de Otimização

CSCMP – *Council of Supply Chain Management Professionals* (Conselho de Profissionais de Gestão da Cadeia de Abastecimento)

CVRP – *Capacited Vehicle Routing Problem* (Variante do VRP)

DVRP – *Dynamic Vehicle Routing Problem* (Variante do VRP)

HFVRP – *Heterogeneous or mixed Fleet Vehicle Routing Problem* (Variante do VRP)

IO – Investigação Operacional

IPSS – Instituição Particular de Solidariedade Social

PHHPDP – *Periodic Home Health Care Pickup and Delivery Problem* (Variante do VRP)

PL – Programação Linear

PVRP – *Periodic Vehicle Routing Problem* (Variante do VRP)

PVRPTW – *Periodic Vehicle Routing Problem with Time Windows* (Variante do VRP)

SAD – Serviço de Apoio Domiciliário

SDVRP – *Split Delivery Vehicle Routing Problem* (Variante do VRP)

SVRP – *Stochastic Vehicle Routing Problem* (Variante do VRP)

TW – *Time Window* (Janela Temporal)

VRP – *Vehicle Routing Problem* (Planeamento de Rotas)

VRPB – *Vehicle Routing Problem with Backhauls* (Variante do VRP)

VRPPs – *Vehicle Routing Problem with Profits* (Variante do VRP)

VRPTW - *Vehicle Routing Problem with Time Widows* (Variante do VRP)

XPRESS - *Software* de Otimização

Introdução

Em Portugal existem atualmente cerca de 153 idosos (indivíduos com 65 anos ou mais) por cada 100 jovens (indivíduos até aos 14 anos), estando o índice de envelhecimento a acentuar-se drasticamente, segundo dados da Pordata (2018). Portugal é considerado um dos países mais envelhecidos da União Europeia, verificando-se também níveis de dependência relevantes, com cerca de 33% de idosos dependentes (PORDATA, 2018). Consequentemente, a necessidade de prestação de serviços de apoio domiciliário cresce de igual forma - “(...) muitos idosos preferem envelhecer na privacidade das suas casas, e não em lares de idosos. Por outro lado, a disponibilidade para cuidados informais por parentes está a diminuir (...)” (Braekers et al., 2016). Os serviços de apoio domiciliário são uma resposta de carácter social para este tipo de problemáticas e, em Portugal, são prestados por diversas organizações sem fins lucrativos, como é o caso das Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS's). Neste tipo de organizações as dificuldades económicas e a limitação da capacidade de serviço (verificada por longos períodos de espera para se ser utente dos serviços) são recorrentes, pelo que faz todo o sentido a adoção de estratégias que visem a diminuição dos custos e dos tempos inerentes à prestação dos Serviços de Apoio Domiciliário. Uma das possíveis estratégias a adotar pelas IPSS's passa pela aplicação de modelos de otimização no planeamento das atividades que desenvolvem.

O presente trabalho vem no seguimento do estudo de caso de Gomes e Ramos (2019) sobre modelação e planeamento de serviços de apoio domiciliário, e tem como pergunta de partida: “Como otimizar o Serviço de Apoio Domiciliário na Cáritas?”. O objetivo geral deste trabalho visa a otimização do percurso efetuado pelas cuidadoras afetas ao Serviço de Apoio Domiciliário (SAD) da Cáritas Diocesana de Setúbal (CDS) através da aplicação do modelo de otimização desenvolvido por Gomes e Ramos (2019). Os objetivos específicos consistem na minimização dos tempos gastos nas deslocações durante a prestação dos serviços, perceber se existe margem para introduzir novos utentes no sistema e avaliar a adequabilidade do modelo de Gomes e Ramos (2019) ao caso do SAD da Cáritas de Setúbal.

Na elaboração do presente estudo utilizou-se uma abordagem mista seguindo a metodologia de estudo de caso com caso único. Para recolha das informações necessárias à melhor elaboração do estudo foram utilizadas, essencialmente, entrevistas, análise documental e observação participante.

Em Portugal existe ainda pouca investigação nesta área, pelo que o presente estudo será uma mais-valia para todas as partes interessadas na área do apoio domiciliário, permitindo a

comparação de práticas e, no futuro, o estabelecimento de procedimentos por forma a minimizar custos e tempos relacionados com as deslocações inerentes a este tipo de serviços.

O corpo principal deste relatório está estruturado em cinco capítulos. No primeiro capítulo faz-se um enquadramento teórico sobre as temáticas de Apoio Domiciliário, Otimização de Rotas e Otimização de Rotas em Apoio Domiciliário. No segundo capítulo descrevem-se as metodologias utilizadas para a elaboração do projeto, assim como os objetivos que o mesmo se propõe atingir. O terceiro capítulo corresponde ao estudo de caso da Cáritas de Setúbal, no qual se introduz a organização, descreve-se o funcionamento do SAD da Cáritas e faz-se uma análise crítica ao mesmo do ponto de vista da gestão logística. No quarto capítulo apresenta-se e descreve-se o modelo de otimização de rotas utilizado e procede-se ao tratamento dos dados a inserir no mesmo. No quinto e último capítulo apresentam-se, analisam-se e discutem-se os resultados obtidos através da implementação do modelo de otimização.

O presente trabalho insere-se no âmbito na Unidade Curricular de Dissertação e servirá como prova final do curso de Mestrado em Ciências Empresariais, ramo Gestão Logística, da Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Setúbal.

1 Revisão de Literatura

No presente capítulo procede-se a uma breve revisão de literatura sobre os conceitos de Serviço de Apoio Domiciliário, Otimização de Rotas e Otimização de Rotas em Apoio Domiciliário.

1.1 Serviço de Apoio Domiciliário

Segundo o Instituto da Segurança Social (2017), o Serviço de Apoio Domiciliário é uma das respostas de apoio social disponíveis para pessoas idosas, que tem por objetivo privilegiar, através de serviços e equipamentos adequados, a manutenção dos utentes no seu meio familiar e social. Este serviço é prioritário para pessoas idosas, com deficiência ou em situação de dependência. No SAD existem equipas de cuidadores que prestam cuidados e serviços a famílias e/ou pessoas que se encontrem nos seus domicílios em situação de dependência, sem condições de assegurar a satisfação das suas necessidades básicas, ou de realizar as atividades essenciais da vida diária pelos seus próprios meios, não tendo também familiares que possam prestar esse apoio. De acordo com o Instituto da Segurança Social (2017), este tipo de serviço tem como objetivo:

- Melhorar a qualidade de vida das pessoas e das suas famílias;
- Contribuir para a conciliação da vida profissional e familiar das famílias, garantindo que os cuidados necessários são prestados àqueles que precisam;
- Reforçar as competências e capacidades das famílias e demais cuidadores;
- Facilitar o acesso a serviços de comunidade;
- Possibilitar a manutenção dos utentes no seu ambiente natural;
- Promover a autonomia dos utentes.

Na perspetiva de Gil (2009), o SAD, ao garantir que os utentes terão os cuidados de que necessitam, permite evitar a sua institucionalização em lares de idosos, e contribui para a facilitação das altas hospitalares. Nestes cuidados devem estar englobados, segundo Bonfim e Veiga (1996), serviços de prestação de cuidados de higiene e conforto, de arrumação e pequenas limpezas no domicílio, de confeção, transporte e distribuição de refeições, de tratamento de roupas, podendo ainda considerar-se serviços de acompanhamento dos utentes ao exterior e em momentos de lazer, bem como a aquisição de bens alimentares e pequenas reparações no domicílio.

As organizações que prestam Serviços de Apoio Domiciliário são responsáveis pelo planeamento das suas atividades, tendo que definir, essencialmente, qual o cuidador que visitará cada um dos pacientes, e em que altura. Este tipo de planeamento é feito, na sua

maioria, por técnicas não especializadas nestas questões. Cheng & Rich (1998) revelam que as organizações têm vindo, ao longo dos anos, a perceber os benefícios para as suas economias da adoção de uma gestão mais eficiente, reconhecendo que o planeamento dos percursos das cuidadoras de e para casa dos utentes (usualmente denominado por rotas) lhes permite uma redução de custos e, muitas vezes, uma expansão das suas capacidades de serviço, ou seja, as organizações estão focadas na otimização dos seus processos. Reforçando esta necessidade, Braekers et al. (2016) referem que as organizações de Apoio Domiciliário tendem a otimizar as suas atividades para atender à crescente procura por estes serviços. Para além disso, organizações que prestem SAD devem, não só satisfazer as necessidades dos seus utentes, mas também devem mantê-los satisfeitos, ou seja, devem ter a capacidade de prestar o serviço quando o utente o solicitar. Por forma a maximizar esta satisfação, Cheng & Rich (1998) defendem que as organizações que prestam Serviços de Apoio Domiciliário devem possibilitar aos utentes a definição de uma janela temporal durante a qual pretendem que o serviço seja prestado.

Com o intuito de perceber de que forma as organizações poderão otimizar as suas atividades, é importante compreender em que consiste a otimização de rotas, bem como a área disciplinar em que se insere.

1.2 Otimização de Rotas

A Investigação Operacional (IO), sendo um ramo interdisciplinar da matemática, compreende essencialmente duas questões, segundo a perspetiva de Tavares et al. (1996):

- Adotar uma atitude de pesquisa com o objetivo de procurar compreender a realidade sem que hajam quaisquer tipos de preconceitos definidos – o que justifica o substantivo INVESTIGAÇÃO.
- Utilizar a compreensão da realidade como base de apoio, para os responsáveis dos sistemas analisados, nos processos de decisão por forma a se alcançar a melhoria da operacionalidade dos sistemas – o que justifica o substantivo OPERACIONAL.

Segundo Taha (2007), as primeiras atividades formais de Investigação Operacional foram iniciadas em Inglaterra durante a Segunda Guerra Mundial, quando uma equipa de cientistas britânicos decidiu tomar decisões cientificamente fundamentadas acerca da utilização ótima do material de guerra. Após a guerra esta temática começou a ser desenvolvida e as ideias avançadas nas operações militares foram adaptadas para melhorar a eficiência e a produtividade no setor civil.

A partir da Segunda Grande Guerra Mundial, o mundo começou a assistir a um crescimento bastante acentuado das organizações, não só ao nível da sua dimensão, mas também em complexidade, trazendo alguns problemas associados à especialização das tarefas nas organizações. Como consequência do aparente sucesso da Investigação Operacional nas aplicações militares, a indústria começou gradualmente a interessar-se pela Investigação Operacional. Posto isto, os cientistas que haviam trabalhado nas equipas de Investigação Operacional durante a guerra, começaram a aperceber-se que os problemas das organizações eram basicamente os mesmos problemas que as equipas militares enfrentaram, começando a IO a ganhar terreno na indústria, no mundo empresarial e nas instituições governamentais. Esta área interdisciplinar da matemática, que adota metodologias interdisciplinares estruturadas com base na Teoria dos Sistemas e recorrendo às Ciências Organizacionais, à Estatística, aos métodos matemáticos de otimização, a metodologias de simulação e a instrumentos computacionais, expandiu-se ainda mais com a revolução tecnológica a que todos temos assistido nas últimas décadas, permitindo abordar problemas cada vez mais complexos do mundo real (Tavares et al., 1996).

A Investigação Operacional é transversal a diversas áreas, podendo ser aplicada desde áreas como o Marketing, Contabilidade e Finanças, Recursos Humanos, Operações/Produção até à Logística e Distribuição. Na Logística e Distribuição, a IO é fundamental em processos de tomada de decisão, tais como: a localização de armazéns que minimize os custos de distribuição; a dimensão ótima de um armazém; qual a rota ótima para determinada distribuição que minimiza os custos de transporte ou tempos de transporte, entre muitos outros. Por associação, quando se fala em Otimização Logística fala-se da aplicação da Investigação Operacional à Logística.

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals* (2013), Logística é a parte da Cadeia de Abastecimento responsável pelo processo de planeamento, implementação e controlo de procedimentos para o transporte e armazenamento eficiente e eficaz de bens, incluindo serviços e as informações relacionadas, do ponto de origem até o ponto de consumo, com a finalidade de satisfazer as necessidades do cliente. De acordo com Crespo de Carvalho (2010), as dimensões centrais da Logística são: tempo, custo e qualidade de serviço. As organizações pretendem prestar aos seus clientes serviços com a maior qualidade possível, ao menor custo possível e no menor tempo possível. Para isso, têm recorrido cada vez mais às ferramentas da IO na tentativa de otimizar os seus processos e potenciarem a eficiência das suas operações, sem perderem o foco na satisfação das necessidades/expectativas dos seus clientes.

Em muitos processos de tomada de decisão associados à utilização concorrente de recursos faz sentido falar-se em problemas de otimização, pois os recursos são quase sempre escassos e limitados. Para a resolução de problemas de otimização a metodologia da IO baseia-se na elaboração de modelos matemáticos representativos da realidade e que permitam servir de base de trabalho para construção de soluções alternativas que possibilitem a simulação de diversos cenários afim de se eleger o mais vantajoso (Tavares et al., 1996). Na perspetiva dos autores, um problema de otimização é representado, na sua forma mais básica, como:

$$\begin{array}{c} \text{Maximização} \\ \text{Ou} \\ \text{Minimização} \end{array} \quad \text{de } F(X_1, \dots, X_N)$$

Sujeito a,

$$\begin{array}{c} g_1(X_1, \dots, X_N) = 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ g_M(X_1, \dots, X_N) = 0 \end{array}$$

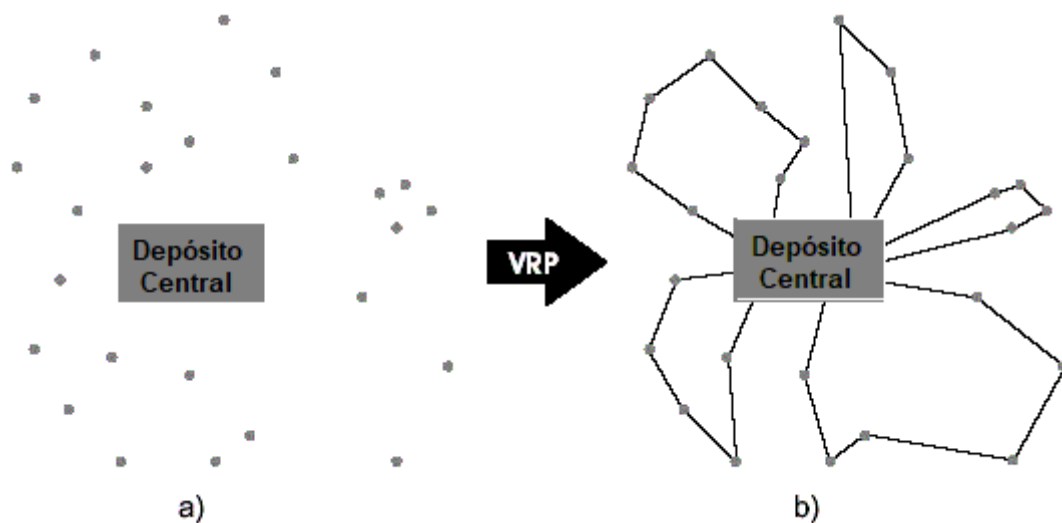
Sendo que,

- X_1, \dots, X_N são as variáveis que representam as incógnitas do problema;
- g_1, \dots, g_M são as restrições a satisfazer por forma a que a solução seja possível;
- $F(X_1, \dots, X_N)$ é a função objetivo do problema que poderá ser de maximização (de lucro, por exemplo) ou de minimização (de custos ou tempo, por exemplo) e que é a função que representa uma medida da vantagem ou da desvantagem a cada solução obtida.

Para a resolução de problemas de otimização de rotas a IO abordou a temática de forma especializada através do Problema de Rotas de Veículos, conhecido pela designação inglesa *Vehicle Routing Problem (VRP)*. O VRP é utilizado no planeamento e controlo das operações logísticas sempre que se pretenda elaborar um plano, tendo um conjunto de solicitações de transporte e uma frota de veículos, no qual se determine o conjunto de rotas de veículos para executar todas as solicitações de transporte a um custo mínimo (Toth & Vigo, 2014). O VRP é, na perspetiva de Dorronsoro Díaz (2006), um nome genérico atribuído a uma classe de problemas que têm como objetivo delinear o conjunto de rotas ideal, para determinada frota de veículos, a fim de servir um determinado conjunto de clientes. Neste tipo de problemas o conjunto de clientes a serem servidos e as suas necessidades (procura) são conhecidos e, com a frota de veículos existente, pretende-se determinar o conjunto de rotas de custo mínimo

com início e término num depósito central. A figura 1 representa genericamente um exemplo da aplicação do VRP onde, para um conjunto de clientes a servir representados pelos nós da rede de transportes (situação inicial descrita em a)), se agrupam os clientes a partir de uma origem comum representada pelo “Depósito Central” (solução após aplicação do VRP descrita em b)). Num VRP pretende-se responder essencialmente a três questões: como agrupar os clientes a servir; qual o veículo a alocar a cada grupo de clientes; e qual a ordem pela qual os clientes são servidos em cada grupo.

Figura 1: Exemplo de VRP - a) conjunto de clientes a servir; b) solução após aplicação de VRP



Fonte: Adaptado de Dorronsoro (2004)

O VRP tem sido muito estudado ao longo dos anos, tendo diversos autores desenvolvido variantes e versões do VRP que melhor se adequavam aos seus casos de estudo.

Na perspetiva de Toth e Vigo (2014), o *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) contempla como restrição adicional a existência de uma frota de veículos homogênea e é a versão mais estudada do VRP. Nesta variante, onde a procura dos clientes é conhecida, todos os veículos disponíveis no depósito central para servir os clientes têm a mesma capacidade e operam a custos idênticos.

Existem muitas outras variantes do VRP para além do CVRP, Toth e Vigo (2014) descrevem algumas das que consideram importantes:

- Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) - extensão do CVRP onde os serviços devem ser prestados aos clientes num intervalo de tempo específico previamente estipulado, designado de “janela temporal” (time window).
- Pickup-and-Delivery Problems for Goods Transportation - família importante dos problemas de rotas em que as mercadorias têm de ser transportadas de diferentes origens para diferentes destinos.
- Pickup-and-Delivery Problems for People Transportation – variante semelhante à anterior, mas específica para o transporte de pessoas. Incide, essencialmente, no transporte de pessoas com necessidades especiais às quais seja necessário prestar um serviço personalizado. Nesta variante do VRP o foco é a minimização da insatisfação dos clientes, ao contrário da maioria das variantes em que o foco é a minimização dos custos.
- Stochastic Vehicle Routing Problems (SVRP) – versão do VRP que utiliza modelos estocásticos para a resolução de problemas de rotas onde existe incerteza nos dados, por exemplo ao nível da procura dos clientes, da presença dos clientes no sistema, dos tempos de viagem e de serviço, entre outros.
- Vehicle Routing Problems with Profits (VRPPs) - larga família de VRP's onde não existe um conjunto definido de clientes a servir, mas sim um conjunto de potenciais clientes com lucros conhecidos. Este tipo de problemas implica a tomada de duas decisões:
 - Que clientes servir?
 - Como agrupar os clientes em diferentes rotas e como ordenar as visitas em cada rota?

Nos VRPPs geralmente é associado um lucro a cada cliente que o torna mais ou menos atraente, existindo o foco na minimização de custos e maximização de lucros.

- Dynamic Vehicle Routing Problem (DVRP) – variante que lida com a evolução da informação ao longo do tempo onde as tomadas de decisão devem ser feitas num ambiente em constante mudança. O DVRP não se centra apenas na otimização dos recursos, mas também em integrar tomadas de decisão em tempo real, reagir a acontecimentos inesperados, antecipar o futuro e produzir soluções robustas com base nos acontecimentos passados.

Para além das variantes do VRP acima descritas, os autores abordam ainda quatro outras versões diferentes:

- VRP with Backhauls (VRPB) – variante que considera a conjugação de duas tipologias diferentes de clientes numa única rota. Neste tipo de problemas os clientes são divididos em dois conjuntos: clientes de transporte de linha e de transporte de retorno. Os clientes de transporte de linha têm determinada mercadoria para ser entregue proveniente de um depósito central, já os clientes de retorno têm mercadoria para ser recolhida e entregue num depósito central. O objetivo é conciliar estas duas tipologias numa única rota que minimize os custos de transporte.
- Heterogeneous or mixed Fleet VRP (HFVRP) – problema onde a frota é constituída por diferentes veículos ou tipos de veículos, cada um com capacidade e custos específicos. Nestes casos a questão centra-se na alocação do veículo apropriado a cada rota.
- Split Delivery VRP (SDVRP) – versão adequada a entregas repartidas, nos casos em que os clientes podem ser atendidos mais do que uma vez, dividindo a quantidade de entrega pelas diferentes visitas. A solução deste tipo de problemas passa pela determinação do número de visitas a cada cliente, da quantidade a entregar e da elaboração das rotas dos veículos.
- Periodic VRP (PVRP) – extensão do VRP onde os clientes requerem visitas repetidas num determinado horizonte temporal, por exemplo, numa semana os clientes solicitam visita três vezes (segunda, quarta e sexta-feira). Nestes casos, cada cliente deve ser alocado a um ou a vários dias específicos devendo ser as rotas planeadas para cada dia. O PVRP compreende três tipos de decisões: o dia de visita para cada cliente, os clientes que devem ser agrupados e a rota a ser feita para servir cada grupo de clientes. Ao PVRP podem ser associadas janelas temporais para delimitar os tempos da prestação dos serviços a cada cliente, formando um outro problema, o *Periodic Vehicle Routing Problem with Time Windows (PVRPTW)*.

A utilização deste tipo de metodologias para a otimização de rotas tem demonstrado ser bastante vantajosa gerando, segundo Toth e Vigo (2014), economias substanciais nos custos globais de transporte. O VRP potencia a melhoria da automação, uniformização e integração dos processos de planeamento das organizações, assim como torna mais fácil a monitorização dos diferentes cenários por forma a fazer a melhor tomada de decisão. Na

perspetiva de Cheng e Rich (1998) a otimização de rotas permite a redução nos custos e, muitas vezes, uma expansão na capacidade de serviço das organizações.

1.3 Otimização de Rotas em Apoio Domiciliário

Os problemas de otimização de rotas em Apoio Domiciliário apresentam características que os diferenciam de muitos outros problemas de otimização e que lhes conferem grande complexidade. De acordo com Fikar e Hirsch (2017) os técnicos responsáveis pelo planeamento deste tipo de serviços enfrentam problemas de otimização complexos em diferentes níveis de decisão, nomeadamente: organização dos horários de trabalho dos cuidadores, constituição das equipas de trabalho assim como o esquema de rotação das mesmas. Para além disso, os autores referem que os serviços de apoio domiciliário se distinguem dos demais por ser necessário prestar atenção às atribuições feitas, ao equilíbrio da carga de trabalho, aos regulamentos de trabalho, à continuidade do atendimento, ao modo de transporte e à sincronização e precedência temporal.

No SAD é necessário fazer-se atribuições entre cuidadores e utentes e entre utentes e janelas horárias. Muitas vezes no apoio domiciliário verifica-se a existência de conjuntos de cuidadores e utentes heterogéneos, onde é necessário atribuir-se cuidadores com competências diferenciadas a utentes com necessidades específicas. A cada utente tem que se atribuir uma janela temporal para a prestação dos serviços, conforme a sua preferência/necessidade. Os autores referem que a janela temporal é uma questão muito importante pois existem utentes que necessitam de medicação que tem de ser administrada dentro de uma faixa horária específica, pelo que a definição e o cumprimento das janelas temporais requer especial atenção.

O equilíbrio na carga de trabalho é mais uma característica que Fikar e Hirsch (2017) identificam nos problemas de otimização em apoio domiciliário, sendo necessário reunir esforços para encontrar uma distribuição justa de rotas, que cumpra com a carga horária contratada. Para além desta questão existem regulamentos de trabalho a serem respeitados que impõe um horário máximo de trabalho e pausas/intervalos obrigatórios.

A prestação de serviços de apoio domiciliário tem carácter de continuidade, ou seja, os serviços são prestados aos mesmos utentes diversas vezes, pelo que é necessário estipular o número máximo de funcionários a visitar um único utente assim como garantir o fluxo de informação do utente entre cuidadores.

Os autores abordam diferentes meios de transporte, desde deslocações a pé, de bicicleta, transportes públicos, transporte próprio da organização prestadora do serviço e também a

partilha de veículos, sendo necessário selecionar o modo de transporte adequado a cada caso.

Outra das características salientadas pelos autores que contribui para o aumento da complexidade deste tipo de problemas é a sincronização e precedência temporal dos serviços, pois acontece que quando dois cuidadores diferentes necessitam de se encontrar para atender determinado utente em simultâneo, o atraso de um afetar o outro.

Por forma a construir modelos que respondam às particularidades dos problemas de otimização em apoio domiciliário, Fikar e Hirsch (2017) sugerem que os modelos contemplem funções objetivo e restrições adequadas aos mesmos. Às funções objetivo não devem estar apenas associados os custos relativos às distâncias, como é habitual nos problemas de otimização, mas também os custos relacionados com o trabalho dos cuidadores, as preferências dos utentes e respetivas penalizações em caso de incumprimentos. Segundo os autores, os modelos devem incluir nas suas restrições as janelas temporais, as necessidades dos utentes/competências requeridas, as imposições dos regulamentos de trabalho, a correspondência entre as competências dos cuidadores com as necessidades dos utentes e também as pausas durante o horário de trabalho, por forma a se obter modelos representativos da realidade que possibilitem a otimização das rotas associadas aos serviços de apoio domiciliário. A obtenção de soluções para este tipo de problemas passa pela implementação destes modelos em *softwares* especialmente desenvolvidos para o efeito, como é o caso do CPLEX e do XPRESS.

Nas últimas décadas, muitas indústrias descobriram os benefícios de melhorar a eficiência das suas operações através da aplicação de modelos de otimização. As organizações prestadoras de Serviços de Apoio Domiciliário são, na grande maioria, organizações sem fins lucrativos, pelo que a minimização dos custos se torna ainda mais vital. Num estudo realizado por Fikar e Hirsch (2017), o tempo de deslocação representava entre 18% a 26% do tempo total da prestação de SAD, o que revela, segundo os autores, alto potencial para reduzir os custos através da otimização e melhoramento do planeamento das rotas.

Akjiratikarl et. al (2007) argumentam que a otimização de rotas em apoio domiciliário possibilita:

- Reduzir a distância percorrida e, consequentemente, os custos de transporte;
- Melhorar a utilização do trabalhador, reduzindo o tempo "desperdiçado" em viagens e, consequentemente, aumentar o número de utentes a quem se presta serviços;

- Melhorar a qualidade do serviço prestado aos utentes, satisfazendo todos os requisitos de serviço dentro das janelas temporais especificadas;
- Libertar os Técnicos responsáveis pelo SAD, agilizando os processos de planeamento.

O seu principal objetivo, na perspetiva das organizações prestadoras de SAD, é o de encontrar um esquema de trabalho que seja viável para os cuidadores e respetivos veículos, que satisfaça as necessidades dos utentes, que reduza os custos operacionais e que potencie a qualidade do serviço prestado (Liu et al.,2014).

Cheng e Rich (1998) salientam a preocupação das organizações prestadoras de Serviços de Apoio Domiciliário em satisfazer não só as necessidades do utente, mas também em mantê-lo satisfeito, prestando o serviço quando o utente solicitar. Deste modo, a maioria das organizações permite que os seus utentes especifiquem a janela temporal durante a qual desejam ser visitados pelos cuidadores. De acordo com estes autores, o problema de apoio domiciliário é, geralmente, um problema de *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) com múltiplos depósitos. Ao contrário da grande parte de literatura existente acerca do VRPTW onde é considerado apenas um depósito central, os autores consideram, na sua abordagem, um problema de rotas com múltiplos depósitos, sendo que cada depósito corresponde à habitação de cada um dos prestadores dos serviços. Também Akjiritikar et. al (2007) consideram o apoio domiciliário como sendo uma extensão do VRPTW com tempo de rota limitado.

No apoio domiciliário, de acordo com Liu et. al (2014), geralmente as organizações elaboram um plano semanal onde estipulam os dias de visita de cada um dos seus pacientes e desenham a rota para cada um dos dias, respeitando os utentes a visitar e a janela temporal previamente acordada. Posto isto, os autores consideram que o problema de rotas no apoio domiciliário é um *Periodic Vehicle Routing Problem with Time Windows* (PVRPTW), ou seja, uma combinação do *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) e do *Periodic Vehicle Routing Problem*, o qual considera como servir os utentes num determinado horizonte temporal respeitando as janelas temporais pré-estabelecidas por cada utente. Atendendo às particularidades do estudo de caso de Liu et. al (2014), os autores consideraram o seu problema de rotas em apoio domiciliário um *Periodic Home Health Care Pickup and Delivery Problem* (PHHPDP) - problema similar ao PVRPTW que contempla o levantamento e a entrega de materiais e bens (medicamentos, instrumentos médicos e amostras biológicas) entre o depósito central do SAD, as habitações dos utentes, o laboratório médico e o hospital.

O problema de otimização de rotas em apoio domiciliário implícito no estudo de caso de Gomes e Ramos (2019) também se baseou no PVRPTW. Este estudo intitulado de *“Modelling and (Re-)Planning Periodic Home Social Care Services with Loyalty and Non-Loyalty Features”* foi motivado por um pedido, por parte das Técnicas responsáveis pelo SAD de duas organizações prestadoras de serviços de apoio domiciliário, no sentido de abordar a fidelização entre cuidadores e utentes, ou seja, elaborar um plano de trabalhos para um determinado horizonte temporal que contemplasse o esquema de fidelização cuidador-utente pré-estabelecido. Este esquema de fidelização consiste em alocar o mesmo cuidador ao mesmo utente durante a mesma semana (fidelização cuidador-utente intra-semanas). No entanto, os cuidadores têm de trocar de utentes entre semanas, não se podendo verificar fidelização cuidador-utente inter-semanas. Este esquema permite prevenir possíveis conflitos entre cuidadores e utentes, prevenir problemas músculo-esqueléticos do cuidador e minimizar o impacto da saída de um utente do sistema para os restantes utentes.

O estudo de Gomes e Ramos (2019) teve como objetivo desenvolver uma abordagem metodológica, baseada em ferramentas de otimização, para apoiar o planeamento do horário de trabalho dos cuidadores para várias semanas, seguindo o esquema de fidelização acima mencionado e possibilitando a reprogramação do plano de trabalho, no caso de se verificar a saída do sistema por parte dos utentes.

As duas organizações prestadoras de Serviços de Apoio Domiciliário foram analisadas pelas autoras, sendo denominadas por Caso A e Caso B. Após análise e observação do funcionamento das mesmas foi possível fazer um levantamento da situação inicial para ambos os casos (Tabela 1), concluindo-se que, apesar de semelhanças ao nível do modo de funcionamento, as duas organizações também apresentam algumas diferenças, nomeadamente ao nível da dimensão e da capacidade de serviço.

Tabela 1: Descrição dos Casos A e B

	Caso A	Caso B
Tipo de Organização	Pequena Paróquia Católica	Organização Sem Fins Lucrativos
Serviços Prestados	Banhos, curativos, troca de fraldas, administração de medicamentos, limpeza habitacional, entrega de refeições, transporte de utentes	
Nº Cuidadoras (SAD)	6	9
Equipas SAD (nº elementos)	2	2 p/ utentes acamados; 1 p/utentes semi-dependentes
Horário de Trabalho	08:00h - 16:00h	08:00h - 20:00h
Pausa para o almoço (no centro de dia)	13:00h-14:00h	1h entre as 12:00h e as 14:00h
Nº Utentes em SAD	17	36
Periodicidade das visitas	Desde 2 vezes p/ semana a várias vezes p/ dia	
Fidelização cuidador-utente	Fidelização intra-semanas e Não Fidelização inter-semanas	
Incompatibilidades utentes-cuidadores?	Não se verificam	
Incompatibilidades entre cuidadores?	Não se verificam	
Incompatibilidades cuidadores-serviços?	Não se verificam	
Entrega refeições? A quantos utentes?	Sim, a 66 utentes	Sim, a 100 utentes
Quem entrega refeições?	1 das equipas do SAD	3 cuidadoras do SAD
Preparação da entrega das refeições	Pelas 11h30 no centro de dia	
Duração das entregas	90 minutos com início e término no centro de dia	
Tipo de planeamento	Planeamento manual, semana a semana	

Fonte: Elaboração própria com base nas informações de (Gomes & Ramos, 2019)

Como referido anteriormente, os casos A e B apresentam algumas semelhanças no seu modo de funcionamento, nomeadamente na operação da prestação dos serviços de apoio domiciliário. Em ambos os casos as cuidadoras partem de um depósito central (centro de dia (CD)) para as habitações dos utentes, seguindo a rota pré-definida por cada uma das Técnicas responsáveis. As equipas/cuidadoras alocadas ao serviço de distribuição das refeições, regressam ao CD para preparar as entregas pelas 11h30 e, por volta das 12h00, iniciam as entregas das refeições, serviço que demora cerca de 90 minutos. As restantes cuidadoras regressam ao CD apenas para a pausa do almoço. Após retorno da pausa do

almoço, retomam-se os serviços e no final todas as cuidadoras regressam ao CD, local onde termina o dia de trabalho.

O estudo de Gomes e Ramos (2019) pretendeu dar resposta a duas grandes questões:

1. Quando e por quem é visitado cada paciente?
2. Qual a composição de cada equipa?

A estratégia das autoras consistiu em dividir o problema em dois sub-problemas, uma vez que as questões supramencionadas podem ser respondidas separadamente de forma independente. A questão (1) pode ser respondida em termos de equipas, ou seja, se é a “Equipa 1” ou a “Equipa 2” que visita o utente sem especificar os cuidadores que constituem as equipas. Assim sendo, o problema inicial passa a ser constituído pelos seguintes sub-problemas:

1. Qual a equipa que visita cada utente e quando?
2. Que cuidador pertence a cada equipa?

Na perspetiva de Gomes e Ramos (2019), o sub-problema (1) baseia-se no PVRPTW ao qual são adicionadas as restrições inerentes ao Apoio Domiciliário. A fidelização cuidador-utente intra-semanas será imposta para permitir a definição do plano semanal adequado à realidade dos Casos A e B. Quanto à não fidelização inter-semanas será resolvido no sub-problema (2).

Por forma a responder ao sub-problema (1), e tendo em conta o plano de trabalhos existente em cada um dos casos, Gomes e Ramos (2019) desenvolveram um modelo de otimização de rotas com três funções objetivo e diversas restrições para adequar o modelo aos casos.

O método utilizado pelas autoras para implementar o modelo de otimização desenvolvido para os casos A e B consistiu em decompor o modelo por tipologias de utentes e períodos de tempo (dias da semana). Os modelos foram implementados separadamente para os utentes acamados e semi-dependentes e para cada um dos dias da semana. De modo a garantir a fidelização cuidador-utente intra-semanas, aplicou-se o modelo para um dos dias e, mediante a solução obtida, fixaram-se os utentes às equipas para os restantes dias. Através deste método de solução foi possível melhorar o tempo total despendido em deslocações em 23% no caso A e em 6% no caso B, comparativamente às respetivas soluções atuais, verificando-se tempos de desperdício de 27% e 40%, respetivamente.

Este artigo reflete bem o problema do SAD da Cáritas Diocesana de Setúbal observando-se que o modelo de otimização de rotas desenvolvido no estudo efetuado por Gomes e Ramos (2019) será adequado para abordar os objetivos deste trabalho.

2 Objetivos e Metodologia

O presente relatório tem como objetivo geral a otimização das rotas inerentes ao Serviço de Apoio Domiciliário da Cáritas Diocesana de Setúbal, uma Instituição Particular de Solidariedade Social do Distrito de Setúbal, a partir da aplicação do modelo de otimização desenvolvido por Gomes e Ramos (2019).

Como objetivos específicos, o projeto visa reduzir os tempos gastos nas deslocações durante a prestação dos serviços, perceber se existe margem para introduzir novos utentes no sistema e, ainda, avaliar a adequabilidade do modelo de Gomes e Ramos (2019) ao caso do SAD da Cáritas de Setúbal.

Numa primeira fase o estudo incidiu numa abordagem qualitativa onde se observaram os procedimentos associados à prestação dos Serviços de Apoio Domiciliário da CDS, o que permitiu conhecer, descrever e analisar a realidade da Instituição. Numa segunda fase foi utilizada uma abordagem quantitativa onde se testou um modelo matemático já existente na tentativa de otimizar o SAD da Cáritas. Tendo em conta que foram utilizadas as duas abordagens no estudo pode-se afirmar que a abordagem utilizada é mista pois, segundo Creswell (2014), quando num estudo são utilizadas abordagens incluídas nos formatos quantitativo e qualitativo, a abordagem utilizada considera-se mista. Na abordagem mista podem ser utilizados métodos quantitativos e qualitativos, pelos que para a elaboração do presente relatório a metodologia de investigação utilizada é a de estudo de caso único integrado.

Diversos autores têm procurado aprofundar a temática das metodologias de investigação por forma a auxiliar os investigadores quanto às técnicas mais eficazes a utilizar nos seus estudos. Para Creswell (2014), os estudos de caso são projetos de investigação em que o investigador desenvolve uma análise aprofundada de um caso (evento, atividade, processo, organização), onde os casos são delimitados por tempo e atividade, e sobre os quais os investigadores recolhem informações detalhadas durante um período prolongado de tempo. Em suma, podemos dizer que “(...) o método de estudo de caso permite aos investigadores a retenção das características holísticas e significativas dos eventos da vida real – como os ciclos individuais da vida, o comportamento dos pequenos grupos, os processos organizacionais e administrativos, a mudança de vizinhança, o desempenho escolar, as relações internacionais e a maturação das indústrias.” (Creswell, 2014).

Yin (2010) refere que os estudos de caso suportam situações de decisões, fazendo sentido aplicar a metodologia de estudo de caso quando:

- As questões “como” ou “por que” são propostas;
- O investigador tem pouco controlo sobre os eventos;
- O enfoque está sobre um fenómeno contemporâneo no contexto da vida real.

Esta perspetiva vem reforçar a adequação da aplicação da metodologia de estudo de caso ao presente relatório, pois consegue-se formular a questão principal com a expressão “como” (Como otimizar o Serviço de Apoio Domiciliário na Cáritas?); o investigador não tem muito controlo sobre a questão; e a temática dos serviços de apoio domiciliário é, de facto, um fenómeno contemporâneo do contexto da vida real e que é cada vez mais comum na sociedade portuguesa. De referir, também, que o estudo pretende dar suporte à decisão da técnica responsável pelo SAD da CDS sobre “Que cuidador visita cada utente e quando?”.

Yin (2010) e Stake (2012) revelam a existência de diferentes tipos de estudos de caso, como os estudos de caso com casos únicos ou com múltiplos casos. Yin (2010) refere a existência de estudos de caso explanatórios, descritivos e exploratórios. O autor distingue, ainda, estudos de caso holísticos de estudos de caso integrados. Stake (2012) difere os estudos de caso intrínsecos, instrumentais e coletivos.

No projeto em causa faz sentido utilizar-se a metodologia de estudo de caso único integrado, pois trata-se do estudo de mais do que uma unidade de análise numa única organização, onde serão analisados serviços distintos realizados por equipas distintas e, consequentemente, rotas distintas, por forma a perceber de que forma se poderá otimizar o SAD. Proceder-se-á a um estudo de caso exploratório, abordando-se uma temática ainda pouco investigada e pretendendo-se que o trabalho dê origem a outras reflexões posteriores. Tendo em conta que se trata de um projeto com um interesse específico num caso pré-selecionado, podemos afirmar que se trata de um estudo de caso intrínseco.

Existem diversas técnicas e fontes de recolha de informação, no entanto, Yin (2010) categoriza-as essencialmente em seis fontes: documentação, registos em arquivo, observação direta, observação participante e artefactos físicos. Stake (2012) categoriza as fontes de recolha de informação em apenas quatro tipos: observação, descrição de contextos, entrevistas e análise de documentos.

Para a melhor elaboração do presente relatório foram utilizadas diversas fontes de informação, tais como: entrevistas, observação participante e análise documental.

As entrevistas realizaram-se em dois momentos distintos. Num primeiro momento, fez-se uma entrevista com a Técnica responsável do Serviço de Apoio Domiciliário da Cáritas Setúbal para dar a conhecer o âmbito e os objetivos do estudo e para perceber o interesse da organização em participar no mesmo. Após a direção da organização ter avaliado o caso e decidido participar no projeto, fez-se uma nova entrevista com vista à obtenção das informações necessárias para a elaboração do mesmo. Para facilitar a obtenção das informações, fez-se uma lista (Apêndice 1) que resume todos os dados que se pretendiam obter. Nesta entrevista elaborou-se, também, a agenda para os acompanhamentos das voltas. Para além destes dois momentos, existiram outros contactos para esclarecimento de dúvidas e para consulta de documentos e análise de informação.

A observação participante consistiu, essencialmente, no acompanhamento das diferentes voltas do SAD da CDS. Este acompanhamento foi feito em três dias distintos e teve a duração média de três horas em cada um dos dias, totalizando nove horas de observação participante. Os acompanhamentos das voltas permitiram retirar diversas informações, nomeadamente ao nível dos tempos de prestação dos serviços e das rotas feitas pelas cuidadoras. Para além disso, foi possível entrevistar as cuidadoras, o que se tornou fundamental para conhecer melhor o funcionamento e caracterizar o Serviço de Apoio Domiciliário da Cáritas.

Na análise documental recorreu-se a diversas fontes de informação, tais como: o estudo de caso de Gomes e Ramos (2019), diversa documentação fornecida pela Cáritas Diocesana de Setúbal, assim como diversos artigos científicos de suporte ao enquadramento teórico e metodológico e artigos relacionados com as temáticas em análise.

3 O Estudo de Caso

No presente capítulo procede-se a uma breve apresentação da organização alvo do estudo de caso, descreve-se o Serviço de Apoio Domiciliário prestado pela mesma e procede-se, também, a uma análise crítica do serviço prestado, na perspetiva da gestão logística.

3.1 Cáritas Diocesana de Setúbal

A Cáritas Diocesana de Setúbal, um dos vinte membros da Cáritas Portugal, é um serviço da Igreja Diocesana para a promoção da sua ação social e “tem como principal atividade a animação da pastoral social, que visa a criação e o funcionamento de serviços paroquiais para o melhor conhecimento dos problemas, agindo diretamente na prevenção e solução dos mesmos.” (Cáritas, 2019). Assegura a prestação de serviços a crianças, idosos, indivíduos portadores de deficiência, pessoas sem abrigo, toxicodependentes, alcoólicos, mulheres em situação de risco, seropositivos e doentes com SIDA. As suas atividades estão organizadas em cinco equipamentos distintos:

- CENTRO COMUNITÁRIO DE S. PEDRO – equipamento utilizado como Centro de Atividades de Tempos Livres, Espaço de Convívio e Aprendizagem, bem como para atendimento, encaminhamento e acompanhamento dos utentes. Este equipamento é destinado a crianças a partir dos 6 anos, jovens até aos 30 anos, pais, famílias e comunidade local.
- CENTRO DE ACOLHIMENTO NOSSA SENHORA DO AMPARO – Centro de Acolhimento Temporário para crianças entre os 0 e os 10 anos, em situação de risco.
- CENTRO SOCIAL NOSSA SENHORA DA PAZ – equipamento que presta os serviços de Creche e Jardim de Infância, Centro de Dia para Idosos, Apoio Domiciliário, Centro de Intervenção Comunitária e Centro de Apoio à Vida (destinado a grávidas e mães adolescentes).
- CENTRO SOCIAL S. FRANCISCO XAVIER – Sede da CDS onde se encontra a Direção da organização, bem como a Coordenação de Voluntariado, Coordenação de Campanhas e as Valências “Saber Viver Cada Dia” e “TORNAR A SER” (destinadas a apoiar os doentes com SIDA e as suas famílias).
- “O COGUMELO” – Jardim de Infância e ATL.

A CDS tem como visão uma comunidade sem exclusão social, sendo a sua missão “envolver todas as paróquias no exercício da caridade organizada tornando-se numa instituição mais aberta à inovação e mais operacional para potenciar o serviço aos mais pobres e desfavorecidos, no combate à exclusão social.” (Cáritas, 2019).

A CDS, no cumprimento da sua missão, rege-se pelos valores de Primado da Pessoa, Justiça, Caridade, Acolhimento, Conhecimento e Respeito Mútuo, Diálogo e Cooperação, Anúncio e Denúncia.

O estudo de caso incidiu no Centro Social Nossa Senhora da Paz, local onde se encontra o Centro de Dia para idosos “Padre Camilo”, no qual está sediado o SAD. O Centro de Dia (CD) conta com 35 utentes até ao momento.

3.2 Serviço de Apoio Domiciliário na Cáritas Diocesana de Setúbal

A Cáritas define os seus serviços de apoio domiciliário como uma “(...)resposta social que consiste na prestação de cuidados individualizados e personalizados no domicílio, a indivíduos e famílias quando, por motivo de doença, deficiência ou outro impedimento, não possam assegurar temporária ou permanentemente, a satisfação das suas necessidades básicas e/ou atividades da vida diária.” (Cáritas, 2019).

A Cáritas Diocesana de Setúbal presta, aos seus utentes do SAD, os serviços de distribuição de refeições, tratamento de roupas, higiene habitacional e pessoal (higiene básica, banho e muda de fralda). Estes serviços estão sob a orientação de duas Técnicas de Serviço Social responsáveis pelo planeamento e controlo de todas as atividades. Os serviços são prestados de segunda-feira a domingo, sendo algumas pessoas visitadas mais do que uma vez por dia.

Neste momento, os serviços de higiene pessoal e habitacional são prestados pela CDS a 30 utentes. Estes serviços realizam-se de segunda a quinta-feira, entre as 08h30 e as 17h, com interregno de uma hora para almoço, e sextas, sábados e domingos, entre as 08h30 e as 16h30, também com uma hora para almoço.

A distribuição das refeições é um serviço com uma volta (rota) própria, sendo assegurado por apenas duas equipas de segunda a sexta-feira e por uma única equipa aos sábados e domingos. Estas equipas, para além da entrega das refeições, são também responsáveis pela prestação dos serviços de higiene pessoal e habitacional. Estas começam a preparar as entregas pelas 11h30 no centro de dia “Padre Camilo” (local onde se produzem as refeições), e procedem à entrega das mesmas entre as 12h00 e as 13h30. Neste momento, a Cáritas Diocesana de Setúbal distribui refeições a 34 utentes, por intermédio do Centro Social N^a Sr^a da Paz.

O CD “Padre Camilo” dispõe de uma lavandaria onde são tratadas as roupas dos seus utentes. Existem quatro utentes do SAD que também recorrem à Cáritas para o tratamento das suas roupas. São as equipas das higiènes que procedem à recolha e entrega das roupas nas habitações dos utentes, estando este serviço inserido nas rotas das higiènes.

A Cáritas Diocesana de Setúbal conta com 10 cuidadoras e 3 veículos para a prestação dos serviços de higiene pessoal e habitacional, estando os mesmos distribuídos, de segunda a sexta-feira, por três rotas diferentes: as voltas Branca, Castanha e Verde.

A volta Branca é constituída por uma equipa composta por 2 cuidadoras e 1 veículo, sendo que esta volta se dedica exclusivamente à prestação de serviços de higiene.

As voltas Castanha e Verde são constituídas cada uma por 4 cuidadoras e 1 veículo, subdividindo-se, cada uma, em 2 equipas com 2 cuidadoras. Neste caso, cada veículo contém duas equipas. Uma das equipas deixa a outra na casa de um utente e segue para outro utente. Quando terminam o serviço, voltam atrás para buscar a outra equipa e seguem para outros utentes, utilizando o mesmo esquema. Estas equipas, para além das higiene, fazem também a entrega das refeições.

Para a prestação dos serviços durante o fim-de-semana, existe apenas uma equipa alocada, constituída por duas cuidadoras e um veículo.

Todas as equipas partem de um depósito central (Centro de Dia “Padre Camilo”), visitam os utentes e regressam ao mesmo depósito, seguindo o esquema representado na Tabela 2.

Tabela 2: Esquema de trabalho das equipas das higiene, organizado por voltas

	Volta Branca	Volta Castanha	Volta Verde	Volta do Fim-de-Semana
08:30h	Saída do CD p/ visitar utentes (manhã)	Saída do CD p/ visitar utentes (manhã)	Saída do CD p/ visitar utentes (manhã)	Saída do CD p/ visitar utentes (manhã)
11:30h	Prestação dos serviços aos utentes	Regresso ao CD - preparar refeições	Regresso ao CD - preparar refeições	Regresso ao CD - preparar refeições
12:00h		Entrega das refeições	Entrega das refeições	Entrega das refeições
13:30h	Regresso ao CD para almoço	Regresso ao CD para almoço	Regresso ao CD para almoço	Regresso ao CD para almoço
14:30h	Saída do CD p/ visitar utentes (tarde)	Saída do CD p/ visitar utentes (tarde)	Saída do CD p/ visitar utentes (tarde)	Saída do CD p/ visitar utentes (tarde)
16:30h	Regresso ao CD (6ª, sábado e domingo)	Regresso ao CD (6ª, sábado e domingo)	Regresso ao CD (6ª, sábado e domingo)	Regresso ao CD
17:00h	Regresso ao CD (2ª a 5ª-feira)	Regresso ao CD (2ª a 5ª-feira)	Regresso ao CD (2ª a 5ª-feira)	-

Fonte: elaboração própria baseada nas informações fornecidas pela CDS

Na CDS todas as cuidadoras podem fazer equipas entre si, não se verificando quaisquer incompatibilidades entre cuidadoras. Também não se verificam quaisquer incompatibilidades entre cuidadoras e utentes, podendo os mesmo ser visitados por todas as cuidadoras afetas ao serviço.

A elaboração do presente estudo de caso implicou a recolha de diversa informação, por forma a fazer-se um levantamento da situação inicial do SAD na Cáritas. As informações necessárias foram obtidas através de:

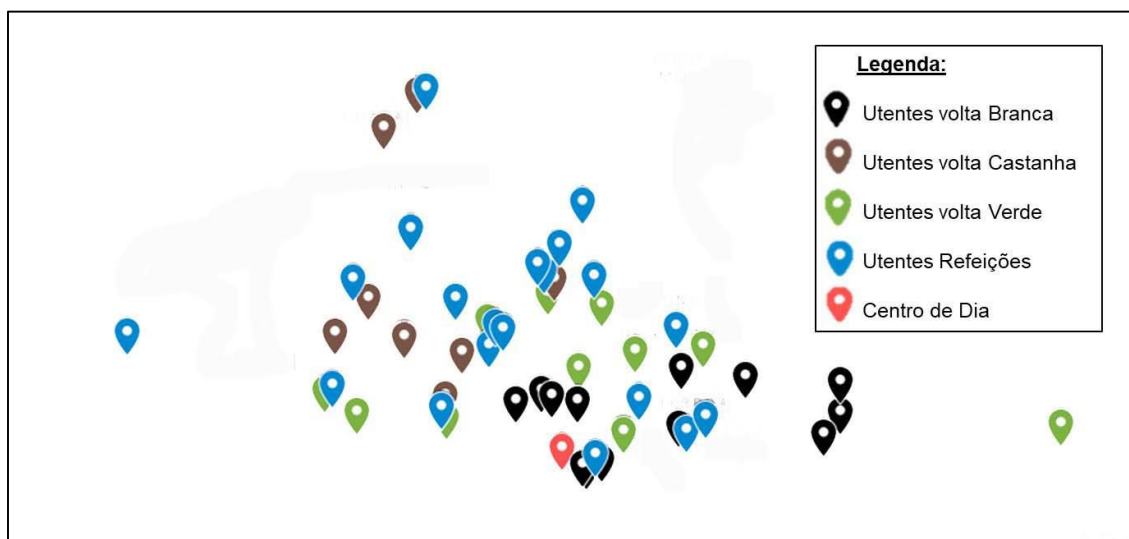
- Análise de documentos - fornecidos pelas Técnicas responsáveis pelo SAD;
- Observação participante - acompanhamento de cada uma das voltas.

Na análise dos documentos fornecidos foi possível retirar informações acerca da identificação de cada utente, morada e tipologia dos serviços prestados. Com a observação participante, recolheu-se informação acerca dos tempos associados à prestação dos diferentes serviços e das rotas feitas pelas equipas, ou seja, da sequência dos utentes visitados.

Após recolha da informação, procedeu-se ao tratamento e análise da mesma. Elaborou-se uma tabela resumo (Apêndice 2), na qual se encontra reunida toda a informação acerca dos utentes, bem como dos serviços que lhes são prestados. Esta tabela foi o suporte essencial para a elaboração do estudo.

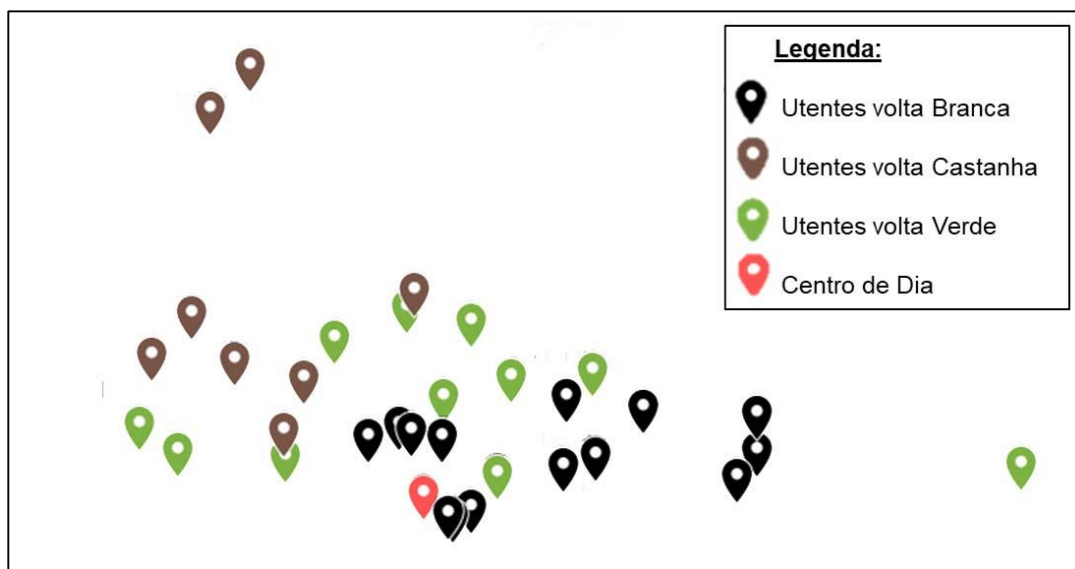
Com a informação recolhida e tratada acerca da localização das habitações dos utentes em SAD, elaborou-se um mapa (Figura 2) que representa a “rede de transportes” global da Cáritas, ou seja, a distribuição geográfica dos seus utentes assim como a organização dos utentes de SAD por voltas (Figura 3).

Figura 2: Distribuição geográfica das habitações dos utentes da Cáritas e do CD “Padre Camilo” – situação inicial



Fonte: elaboração própria através da aplicação GoogleMaps

Figura 3: Organização dos utentes de SAD por voltas - situação Atual



Fonte: elaboração própria através da aplicação *GoogleMaps*

Com a rede de transportes gerada, e utilizando a aplicação *GoogleMaps*, calcularam-se as distâncias entre todos os utentes e entre os utentes e o Centro de Dia, criando-se a matriz das distâncias de todos os nodos da rede (Apêndice 3). Com as distâncias calculadas e com as informações recolhidas acerca das rotas feitas pelas cuidadoras, foi possível fazer o levantamento da situação inicial no que diz respeito ao SAD na CDS (Tabela 3).

Tabela 3: Tempos de deslocação associado a cada volta e respetivas rotas

Dia da Semana	Volta	Nº Utentes Visitados		Distribuição de Refeições?	Tempo Deslocação (min.)	Tempo Deslocação Total/dia (min)
		Manhã	Tarde			
2ª-Feira	Branca	10	7	Não	64,23	207,17
	Castanha	8	6	Sim	61,4	
	Verde	8	9	Sim	81,54	
3ª-Feira	Branca	10	8	Não	66,58	218,99
	Castanha	8	7	Sim	70,68	
	Verde	8	7	Sim	81,73	
4ª-Feira	Branca	10	6	Não	61,97	204,91
	Castanha	8	6	Sim	61,4	
	Verde	8	9	Sim	81,54	
5ª-Feira	Branca	10	7	Não	66,82	199,52
	Castanha	8	6	Sim	61,4	
	Verde	8	6	Sim	71,3	
6ª-Feira	Branca	10	7	Não	65,48	208,42
	Castanha	8	6	Sim	61,4	
	Verde	8	9	Sim	81,54	
Sábado e Domingo	Fim-de-Semana	4	3	Sim	42,38	42,38
Total=					1081,39	

Fonte: elaboração própria baseada nas informações fornecidas pela CDS

Neste momento são necessários 1081,39 minutos para as deslocações durante a prestação dos SAD na Cáritas Setúbal. Este valor é considerado como o tempo mínimo total, tendo em conta que as deslocações que são feitas, nas voltas Castanha e Verde, para voltar atrás e recolher as equipas que ficaram noutra utente, não estão contabilizadas. Não foi possível considerar estas deslocações devido ao facto de as mesmas não existirem todos os dias, variando quando são efetuadas.

3.3 Análise Crítica

A eficiência é um grande foco das organizações da atualidade. Pretende-se fazer sempre mais e melhor, utilizando o mínimo de recursos possível. A Logística também tem o seu foco na minimização e otimização dos seus recursos, centrando-se nos custos inerentes às operações logísticas. Na perspetiva da Gestão Logística, tempos de espera e deslocações desnecessárias são considerados custos.

Pela análise das operações logísticas da Cáritas Diocesana de Setúbal, verificaram-se algumas oportunidades de melhoria por forma a potenciar a eficiência do sistema logístico da organização.

A partilha de veículo nas voltas Castanha e Verde obriga a deslocações desnecessárias representando, as mesmas, um custo adicional. Este facto advém da limitação da existência de apenas 3 veículos para a prestação dos serviços de apoio domiciliário. Esta questão da partilha de veículos também se traduz nalguma ineficiência na distribuição das refeições. Este serviço é feito pelas voltas Castanha e Verde, as quais são constituídas, cada uma, por 4 cuidadoras e 1 veículo. Pensa-se, no entanto, que seriam necessárias apenas 2 cuidadoras em cada veículo, uma para conduzir e outra para entregar as refeições aos utentes. Considera-se desejável verificar a possibilidade da existência de 1 veículo para cada equipa, ou seja, 5 veículos no total para a prestação dos serviços. Esta decisão dependeria de uma análise comparativa entre a poupança no custo despendido com a partilha e o custo de aquisição e manutenção dos veículos.

Através da análise do mapa representativo da distribuição geográfica dos utentes do SAD da CDS, apresentado na Figura 2, observam-se alguns pontos muito próximos que são visitados por equipas distintas. Verifica-se, também, um pequeno desequilíbrio ao nível dos tempos de deslocação das diferentes voltas. Um equilíbrio ideal seria com cada volta a representar 33,33% do tempo total de deslocação. As voltas branca e castanha estão equilibradas, representado cada uma 31% e 30% do tempo total de deslocação, respetivamente. No entanto, a volta verde representa 38% do tempo total de deslocação, desviando-se um pouco mais do equilíbrio ideal. Seria interessante testar outras possibilidades de rotas por forma a perceber se os resultados melhorariam ou não a eficiência do sistema logístico da CDS.

Tendo em conta a análise feita e que o planeamento feito pelas Técnicas de Serviço Social responsáveis pelo SAD é feito manualmente, faz todo o sentido aplicar um modelo computacionalmente assistido por forma a tentar otimizar o SAD na Cáritas.

Como já referido anteriormente, o modelo de otimização de rotas desenvolvido por Gomes e Ramos (2019) aparenta adequar-se ao estudo de caso da Cáritas. Assim sendo, pretende-se

adaptar o modelo ao SAD da CDS e, através da aplicação do mesmo, reduzir os tempos gastos nas deslocações durante a prestação dos serviços, perceber se existe margem para introduzir novos utentes no sistema e, ainda, avaliar a adequabilidade do mesmo ao caso do SAD da Cáritas de Setúbal.

4 Modelo e Tratamento de Dados

Neste capítulo apresenta-se e descreve-se o modelo de otimização de rotas aplicado ao estudo de caso da Cáritas Diocesana de Setúbal e procede-se ao tratamento dos dados a introduzir no modelo.

4.1 O Modelo de Otimização de Rotas

O modelo de otimização de rotas selecionado para aplicar ao caso de estudo da Cáritas baseia-se no modelo desenvolvido por Gomes e Ramos (2019). Esta decisão teve como base o facto de se considerar que o caso do SAD da CDS se assemelha bastante ao estudo de caso de Gomes e Ramos (2019), na medida em que em ambos:

- As cuidadoras partem de um depósito central (Centro de Dia (CD));
- Existem utentes no sistema a necessitar de mais do que uma visita diária;
- A entrega das refeições é feita pelas cuidadoras, pelo que algumas têm de regressar mais cedo ao CD para preparar e entregar as refeições;
- A pausa para almoço é realizada no CD;
- Não se verificam quaisquer incompatibilidades entre cuidadoras, entre cuidadoras e utentes, nem entre cuidadoras e serviços a prestar;
- Verifica-se fidelização cuidador-utente intra-semanas e não fidelização inter-semanas.

O modelo de otimização aplicado à Cáritas contempla uma função objetivo de minimização (tempo total de deslocação) e diversas restrições que pretendem dar resposta às particularidades do SAD da CDS. Estas restrições permitem:

- Lidar com os utentes que necessitam de mais do que uma visita por dia;
- Respeitar as preferências/necessidades dos utentes ao nível das janelas temporais;
- Garantir que algumas equipas voltam mais cedo ao Centro de Dia para ajudar na entrega das refeições;
- Garantir que as cuidadoras fazem a pausa para o almoço no Centro de Dia;
- Garantir que os regulamentos de trabalho são respeitados, não violando os limites máximos de horas de trabalho.

Para os utentes que precisam de mais do que uma visita por dia, a estratégia utilizada passou por replicar os seus nós tantas vezes quanto as visitas necessárias e definir as respetivas janelas temporais. O nó do Centro de Dia também foi replicado por forma a que um nó representasse a entrega das refeições, outro a pausa para o almoço e outro o final do turno.

Tendo em conta o facto de os utentes serem visitados mais do que uma vez por dia e de as visitas poderem não ser compatíveis com o tempo máximo de trabalho diário dos cuidadores,

a restrição da lealdade diária foi modelada como uma restrição “soft”, onde uma segunda equipa pode visitar um utente no mesmo dia às custas de uma penalização na função objetivo.

Nas subseções seguintes descreve-se o modelo de otimização de rotas a aplicar ao Serviço de Apoio Domiciliário da Cáritas.

4.1.1 Índices e Conjuntos

$i, j, k \in I$	$Nós, I = P \cup C \cup C^L \cup C^D \cup C^V$ tal que
P	Todos os nós dos utentes e respetivas réplicas, $P = \{1, \dots, n\}$
C	Nó do Centro de Dia, $C = \{0, n + 1\}$
C^L	Nó do almoço, $C^L = \{n + 2\}$
C^D	Nó da entrega das refeições, $C^D = \{n + 3\}$
C^V	Nó de transporte, $C^V = \{n + 4\}$
$a \in A$	Equipas das cuidadoras
$t \in T$	Período de planeamento (por exemplo, 5 dias da semana)

4.1.2 Parâmetros

d_{ij}	Menor tempo de deslocação entre os nós i e j
w_i^t	Tempo de duração da visita ao nó i no dia t
$[e_i^t, l_i^t]$	Janela temporal do nó i no dia t
h^{at}	Máximo de horas de trabalho para a equipa a , no dia t
q	Número de equipas necessárias no Centro de Dia para entrega das refeições
M_{ij}^t	Valor suficientemente grande
N	Número mínimo de visitas para selecionar da lista de espera
α	Valor da penalização

4.1.3 Variáveis

X_{ij}^{at} assume o valor 1 se a equipa a vai diretamente do nó i para o nó j , no dia t e 0, caso contrário

S_i^{at} hora de início da visita da equipa a ao nó i , no dia t

Z_i^{at} assume o valor 1 se a equipa a é alocada ao nó i no dia t e 0, caso contrário; esta é uma variável auxiliar que permite uma modelação mais fácil para algumas restrições

Y_i^{at} assume o valor 1 se a réplica i não é visitada pela mesma equipa que a réplica i' e 0, caso contrário

4.1.4 Formulação do modelo

$$\min F_1 = \sum_{a \in A} \sum_{(i,j,t) \in E_{all}^T} d_{ij} X_{ij}^{at} + \sum_{a \in A} \sum_{t \in T} \sum_{j \in R_i} \alpha Y_j^{at} \quad [1]$$

Sujeito a,

$$\sum_{a \in A} \sum_{(i,j,t) \in E_{all}^T} X_{ij}^{at} = 1, \quad i \in P^{cur}, t \in T: w_i^t > 0 \quad [2]$$

$$\sum_{j \in PUC^L} X_{0j}^{at} = 1, \quad a \in A, t \in T \quad [3]$$

$$\sum_{j \in PUC^L} X_{j(n+1)}^{at} = 1, \quad a \in A, t \in T \quad [4]$$

$$\sum_{j: (i,j,t) \in E_{all}^T} X_{ij}^{at} = \sum_{j: (j,i,t) \in E_{all}^T} X_{ji}^{at}, \quad a \in A, i \in P, t \in T \quad [5]$$

$$S_i^{at} + d_{ij} + w_i^t - S_j^{at} \leq M_{ij}^t (1 - X_{ij}^{at}), \quad a \in A, i, j \in I, t \in T \quad [6]$$

$$e_i^t \leq S_i^{at} \leq l_i^t, \quad a \in A, i \in P, t \in T \quad [7]$$

$$S_{n+1}^{at} - S_0^{at} \leq h^{at}, \quad a \in A, t \in T \quad [8]$$

$$\sum_{i:(i,j,a,t) \in E_{all}^T} X_{ij}^{at} = 1, \quad a \in A, j \in C^L, t \in T \quad [9]$$

$$\sum_{a \in A} \sum_{i:(i,n+3,t) \in E_{all}^T} X_{i(n+3)}^{at} = q, \quad t \in T \quad [10]$$

$$X_{ij}^{at} \leq X_{jk}^{at}, \quad j \in V, k \in C^V, i \in I: i \neq j \wedge i \neq k, a \in A, t \in T \quad [11]$$

$$\sum_{j:(i,j,t) \in E_{all}^T} X_{ij}^{at} + \sum_{j:(i,j,t') \in E_{all}^T} X'_{ji}{}^{a't'} \leq 1, \quad i \in P; a, a' \in A: a \neq a'; t, t' \in T: t \neq t' \quad [12]$$

$$\sum_{k:(j,k,t) \in E_{all}^T} X_{jk}^{at} + Y_j^{at} = \sum_{k:(j',k,t) \in E_{all}^T} X_{j'k}^{at} + Y_{j'}^{at}, \quad j, j' \in R_i^P, a \in A, t \in T \quad [13]$$

$$X_{ij}^{at}, Y_j^{at} \in \{0,1\}, \quad Z_i^{at} \in [0,1], \quad S_i^{at} \geq 0, \quad a \in A, i, j \in I, t \in T \quad [14]$$

4.1.5 Descrição do Modelo

O modelo de otimização de rotas acima descrito contempla uma função objetivo de minimização representada pela função [1]. Esta função é a função objetivo de minimização do tempo de deslocação.

A equação [2] garante que todos os utentes do sistema (incluindo todas as réplicas dos utentes) são visitados exatamente uma vez por dia, nos dias em que a visita foi solicitada.

As equações [3] e [4] garantem que todas as equipas iniciam o turno no centro de dia (nó 0) e terminam o turno também no centro de dia (nó "n + 1"). O conjunto " C^L " está incluído nestas equações, pois o horário do almoço é modelado como um utente fictício a ser visitado por todas as equipas. Estas podem iniciar o turno diretamente no horário do almoço, pois algumas equipas podem trabalhar apenas à tarde. Da mesma forma, as equipas que trabalham apenas pela manhã podem terminar o turno no centro de dia após o almoço.

Os modelos da equação [5] asseguram a continuidade do trabalho, visto que todas as equipas têm que chegar e sair da casa dos utentes.

A restrição [6] define o horário de início da visita dos utentes " i " e " j " caso sejam visitados pela mesma equipa. Quando são atribuídas equipas diferentes aos utentes " i " e " j " (ou seja, quando $X_{ij}^{at} = 0$), esta restrição torna-se redundante.

As janelas temporais são asseguradas pela restrição [7], em que " e_i^t " representa o tempo mais cedo para iniciar o serviço e " l_i^t " o tempo mais tarde admitido pelo utente para que a prestação do serviço comece. Para os nós do centro de dia ($i = 0 \vee i = n + 1$) as janelas temporais definem o período de serviço. A restrição [8] define o período máximo de trabalho para a equipa " a " no dia " t ".

O intervalo para o almoço é modelado através da equação [9] como sendo um utente fictício a ser visitado por todas as equipas.

A distribuição das refeições é garantida pela restrição [10], na qual se impõe que pelo menos " q " equipas visitem o nó da distribuição das refeições ($n + 3$), na janela temporal definida pela Técnica responsável e garantida pela restrição [7].

A restrição [11] modela o serviço de transporte ao impor que após visitar o nó do utente, o próximo nó a ser visitado é o do centro de dia. Esta restrição não entra em conflito com a restrição [4] que garante o retorno da equipa ao centro de dia no final do turno, pois as réplicas são modeladas como nós diferentes que compartilham a mesma localização. A janela temporal da réplica deve ser grande o suficiente para não limitar a solução final, podendo ter a duração de um dia de trabalho. Com esta estratégia de modelação, é necessário adicionar tantas réplicas, para definir " C^V ", quanto ao número de utentes que solicitam o serviço.

A fidelização cuidador-utente intra-semanas é garantida pela restrição [12], a qual impõe que duas equipas não possam visitar o mesmo paciente em dois dias diferentes da semana. A fidelização diária é garantida pela restrição [13], definida para cada subconjunto de utentes e para as réplicas correspondentes.

A restrição [14] define o domínio das variáveis.

4.2 Aplicação do Modelo

A aplicação do modelo de otimização de rotas ao caso do SAD da Cáritas implicou recolha e tratamento dos dados necessários a introduzir no mesmo. Foi necessário proceder-se a alguns ajustes, tendo em conta que este foi baseado no modelo desenvolvido por Gomes e Ramos (2019).

O SAD da Cáritas apresenta, essencialmente, duas particularidades face aos casos apresentados em Gomes e Ramos (2019). Uma delas é o facto de a distribuição das refeições ser feita por duas equipas distintas e a outra está relacionada com a partilha de veículos. Estas particularidades implicam alguns ajustes no modelo de otimização.

Os dados necessários à implementação do modelo estão relacionados com os utentes, o Centro de Dia, janelas temporais, duração dos serviços e deslocações. Recolheu-se vários dados acerca dos utentes, nomeadamente, as suas identificações, localização, tipo de serviços solicitados e a sua frequência. Em relação ao CD recolheu-se informação acerca da sua localização. Foi necessário perceber as janelas temporais nas quais cada serviço deveria ser prestado a cada utente, assim como a duração dos mesmos. Procedeu-se, também, ao cálculo das distâncias entre todos os utentes e entre os utentes e o Centro de Dia.

Para a implementação do modelo foi necessário introduzir no mesmo os dados relativos ao SAD da CDS, nomeadamente, dados relativos aos utentes, ao centro de dia, às janelas temporais, à duração dos serviços e às deslocações. A metodologia utilizada para implementar o modelo está descrita nos subpontos abaixo mencionados.

4.2.1 Utentes

Os utentes foram numerados de 1 a 58. Para resolver a questão dos utentes que necessitam de mais do que uma visita por dia, replicaram-se todos estes utentes. A replicação dos utentes passou por introduzir um “1” antes do número de cada utente a replicar, por exemplo: 101- réplica do utente 1; 147 – réplica do utente 47. A Tabela 4, representa todos os nós dos utentes com serviços de higiene pessoal, habitacional e/ou tratamento de roupas na Cáritas, em cada um dos dias da semana. Os utentes que solicitam apenas o serviço de refeição não estão contabilizados nesta tabela nem entram diretamente no modelo, devido ao serviço de distribuição das refeições ter volta própria.

Tabela 4: Utentes em SAD e respetivas réplicas por cada dia da semana

2ª-Feira	1,2,10,11,15,17,19,20,22,26,28,29,30,32,34,36,37,38,39,41,44,45,46,47,49,50,53,54,56,101,110,111,117,120,122,126,129,134,137,138,139,141,144,145,146,147,153,156
3ª-Feira	1,2,6,10,11,15,17,20,22,23,26,27,28,29,30,34,36,37,38,39,41,44,45,46,47,49,52,53,54,56,101,111,117,120,122,126,129,134,137,138,139,141,144,145,146,147,153,156
4ª-Feira	1,2,10,11,15,17,20,22,26,28,29,30,32,34,36,37,38,39,41,44,45,46,47,49,50,53,54,56,101,110,111,117,120,122,126,129,134,137,138,139,141,144,145,146,147,153,156
5ª-Feira	1,2,10,11,15,17,20,21,22,26,28,29,30,33,34,36,37,38,39,41,44,45,46,47,49,53,54,56,101,111,117,120,122,126,129,134,137,138,139,141,144,145,146,147,153,156
6ª-Feira	1,2,10,11,15,17,20,22,23,26,28,29,30,32,34,36,37,38,39,41,44,45,46,47,49,50,53,54,56,101,110,111,117,120,122,126,129,134,137,138,139,141,144,145,146,147,153,156
Sábado	1,17,36,38,101,117,138
Domingo	1,17,36,38,101,117,138

Fonte: Elaboração própria

4.2.2 Centro de Dia

Tendo em conta que o Centro de Dia é o depósito central do qual todas as cuidadoras partem para prestar os serviços, regressam para a pausa do almoço e regressam no final do dia de trabalho, foi necessário replicar este nó da rede, atribuindo-lhe os seguintes números:

- “0” – ao início do dia de trabalho (ponto de partida para a prestação dos serviços);
- “3000” – ao final do dia de trabalho;
- “3001” – à pausa para o almoço.

É, também, a partir do Centro de Dia que decorre a distribuição das refeições, pelo que as equipas responsáveis por esse serviço têm de regressar ao mesmo antes das restantes. Esta foi a grande particularidade deste estudo face ao caso de Gomes e Ramos (2019), pois no caso das autoras existia apenas uma equipa responsável pela distribuição dos almoços, enquanto que neste estudo existem duas equipas responsáveis. As autoras replicaram mais uma vez o nó do CD atribuindo-lhe o número “3002” por forma a representar a distribuição das refeições. No entanto, esta atribuição apenas resolve a distribuição das refeições por uma equipa. A solução encontrada, para ajustar o modelo à entrega das refeições por duas equipas, passou por replicar novamente o nó do CD, atribuindo-lhe o número “3003”. Para além desta atribuição foi necessário garantir que os nós “3002” e “3003” são visitados apenas por uma equipa cada um, tendo em conta que os nós “0”, “3000” e “3001” são visitados por todas as equipas.

4.2.3 Janelas Temporais

Na aplicação do modelo não foi considerado o plano de serviço atual da Cáritas Diocesana de Setúbal, considerando-se que todos os utentes são flexíveis em relação ao tempo de início e de término dos serviços.

Em relação aos utentes e à prestação dos serviços aos mesmos, apenas se consideram duas janelas temporais distintas: serviços a serem prestados da parte da manhã e serviços a serem prestados da parte da tarde. Para os serviços da parte da manhã considerou-se como “tempo mais cedo” o minuto 0 (08h30) e como “tempo mais tarde” o minuto 300 (13h30). Para os serviços da parte da tarde o minuto 360 (14h30) foi considerado como o “tempo mais cedo” e o minuto 510 (17h00) foi considerado como o “tempo mais tarde” (de segunda a quinta-feira). Para a sexta-feira, considerou-se o “tempo mais tarde” o minuto 480 (16h30). Criou-se para cada um dos dias da semana ficheiros *input* para o modelo relativamente às janelas temporais de cada utente. A título de exemplo, o Apêndice 4 apresenta o ficheiro de input das janelas temporais dos utentes para a segunda-feira.

Relativamente ao Centro de Dia, e respetivas réplicas, considerou-se para os nós “0” e “3000” o “tempo mais cedo” no minuto 0, e o “tempo mais tarde” no minuto 510, de segunda a quinta-feira, e no minuto 480 para a sexta-feira – representando os tempos de início e de fim de trabalho, respetivamente. Para o nó “3001”, correspondente à pausa para almoço, considerou-se como o “tempo mais cedo” o minuto 270 (13h00) e o “tempo mais tarde” o minuto 300, para que as colaboradoras fizessem a sua pausa para almoço. Nos nós da distribuição das refeições “3002” e “3003” considerou-se que o “tempo mais cedo” admitido para as colaboradoras começarem a preparar a entrega das refeições era o minuto 180 (11h30) e o “tempo mais tarde” era o minuto 210 (12h00).

4.2.4 Duração dos Serviços

Atribuiu-se a cada serviço uma duração específica. No que diz respeito aos serviços prestados pelas cuidadoras aos utentes, atribuiu-se a duração de 20 minutos às higiene pessoais, 35 minutos aos banhos e 15 minutos à segunda higiene pessoal do dia (correspondente às higiene da tarde).

Ao dia de trabalho atribuiu-se a carga horária de 510 minutos, de segunda a quinta-feira, e de 480 minutos para a sexta-feira. A duração da pausa para almoço é de 60 minutos e da distribuição das refeições é de 90 minutos. Também foram criados ficheiros *input* desta informação para o modelo, sendo o Apêndice 5 o ficheiro referente à duração dos serviços prestados aos utentes na quinta-feira.

4.2.5 Distâncias/Deslocações

No que diz respeito às deslocações, foram calculadas, em minutos, as distâncias de carro entre todos os nós da rede de transportes da Cáritas (representada na Figura 3), com o apoio da aplicação *GoogleMaps*. Construiu-se assim a matriz das distâncias do Serviço de Apoio Domiciliário da Cáritas (Apêndice 3) que serviu de base para a criação do ficheiro *input* das distâncias no modelo, conforme apresentada no Apêndice 6.

Uma outra particularidade do SAD da Cáritas consiste na partilha de veículos das voltas Castanha e Verde. No entanto, o modelo de Gomes e Ramos (2019) foi construído alocando um veículo a cada equipa. Não se conseguindo ajustar o modelo para fazer face a esta particularidade, implementou-se o modelo para um cenário onde a Cáritas aloca, também, um veículo a cada equipa.

Tendo em conta que os serviços a prestar são diferentes nos vários dias da semana construiu-se um modelo para cada dia e após a preparação dos dados a introduzir em cada um dos modelos, e feitos os respetivos ajustes, os modelos de otimização de rotas para o caso do Apoio Domiciliário da Cáritas Diocesana de Setúbal estavam prontos a serem implementados.

Os modelos foram implementados através do sistema GAMS/CPLEX (*built* 24.2.3) no AMD A4-6210 APU com AMD Radeon R3 Graphics 1,8 GHz. para um cenário correspondente ao Cenário 1 do estudo de caso de Gomes e Ramos (2019). Este cenário pretende produzir um plano de serviço otimizado, o qual não considera o plano de serviço atual da Cáritas, incluindo apenas uma função objetivo – minimização do tempo total de deslocação.

Os modelos foram implementados dia a dia, sendo que o primeiro dia a ser resolvido foi a segunda-feira. Selecionou-se este dia da semana por ser um dos dias mais completo em termos de serviços. Por forma a garantir a fidelização cuidador-utente intra-semanas a estratégia utilizada passou por se fixar os utentes às equipas conforme a solução apresentada no primeiro dia em que o modelo foi implementado (segunda-feira, neste caso).

5 Análise e Discussão dos Resultados Obtidos

No quinto e último capítulo apresentam-se, analisam-se e discutem-se os resultados obtidos através da implementação do modelo de otimização.

5.1 Resultados Obtidos

Após implementação do modelo de otimização de rotas para cada um dos dias da semana, obteve-se os resultados presentes na Tabela 5.

Embora a solução obtida não seja a solução ótima para o SAD da Cáritas, o modelo forneceu uma solução admissível para a segunda-feira, apesar de ter sido interrompido por ter esgotado o tempo delimitado para a implementação do mesmo. Com esta solução obteve-se um tempo total de deslocação de 175,05 minutos, com tempo de serviço de 405 minutos para a equipa 1, 360 para a equipa 2, 325 para a equipa 3, 155 para a equipa 4 e 220 minutos para a equipa 5. O modelo propõe através da solução presente na Tabela 5 que, na segunda-feira, a equipa 1 inicie o serviço no CD e que visite os utentes 34, 39, 44, 1, 2, 54, 45, 47 e 36, por esta mesma ordem. De seguida deve regressar ao CD para a pausa do almoço e, após término da pausa, pretende-se que faça a segunda visita diária aos utentes 34, 39, 44, 1, 47 e 45, regressando ao CD para terminar o dia de trabalho. No plano de serviço que sugere para a equipa 4, as cuidadoras devem partir do CD para a distribuição das refeições e regressar novamente ao CD para a pausa para o almoço. Após o almoço pretende-se que visitem o utente 19 e que regressem ao CD para terminar o dia de trabalho. Nesta solução são apresentadas rotas para cinco equipas devido à limitação do modelo em integrar a partilha de veículos entre equipas, como mencionado anteriormente.

Tabela 5: Solução obtida para o SAD da CDS através da aplicação do modelo de otimização de rotas

Dia da Semana	Equipa	Rota	Tempo Deslocação (min.)	Tempo de Serviço (min.)	Tempo Deslocação Total/dia (min)
2ª-Feira	Equipa 1	0-34-39-44-1-2-54-45-47-36-3001-134-139-144-101-147-145-3000	44,79	405	175,05
	Equipa 2	0-46-11-56-17-20-28-30-53-10-3001-146-111-156-117-120-153-110-3000	58,82	360	
	Equipa 3	0-26-41-15-29-37-49-22-38-3001-138-122-141-137-129-126-3000	59,66	325	
	Equipa 4	0-3002-3001-19-3000	5,10	155	
	Equipa 5	0-3003-3001-32-50-3000	6,69	220	
3ª-Feira	Equipa 1	0-39-34-1-44-2-54-47-45-36-3001-144-139-134-101-147-145-3000	48,16	375	180,26
	Equipa 2	0-46-11-56-17-28-20-30-53-10-3001-146-111-52-156-117-27-120-153-3000	63,01	370	
	Equipa 3	0-38-22-37-49-29-15-41-26-3001-138-122-141-137-129-126-3000	59,66	340	
	Equipa 4	0-3002-3001-6-3000	4,14	155	
	Equipa 5	0-3003-3001-23-3000	5,29	185	
Sábado e Domingo	Fim-de-Semana	0-38-01-17-36-3002-3001-117-101-138-3000	39,4	290	39,4

Fonte: Elaboração própria a partir dos relatórios de *output* do GAMS

Com a solução obtida, e por forma a garantir a fidelização cuidador-utente intra-semanas, a implementação do modelo para os restantes dias passou por se fixarem os utentes às respetivas equipas. À equipa 1 foram alocados os utentes {1, 2, 34, 36, 39, 44, 45, 47, 54, 101, 134, 139, 144, 145, 147}, à equipa 2 os utentes {10, 11, 17, 20, 28, 30, 46, 53, 56, 110, 111, 117, 120, 146, 153, 156}, à equipa 3 os utentes {15, 22, 26, 29, 37, 38, 41, 49, 122, 126, 129, 137, 138, 141}, à equipa 4 o utente {19} e à equipa 5 os utentes {32, 50}. Após fixação dos utentes às equipas, implementou-se o modelo para os restantes dias.

Para a terça-feira o modelo forneceu uma solução admissível com um tempo total de deslocação de 180,26 minutos, com tempo de serviço de 375 minutos para a equipa 1, 370 para a equipa 2, 340 para a equipa 3, 155 para a equipa 4 e 185 minutos para a equipa 5.

Para quarta, quinta e sexta-feira o modelo não conseguiu encontrar nenhuma solução admissível para o problema, apresentando o *status* “*infeasible*” (impossível).

Para sábado e domingo foi utilizado o mesmo modelo, mas apenas para uma equipa em serviço. O modelo também forneceu uma solução admissível com um tempo total de deslocação de 39,4 minutos e tempo de serviço de 290 minutos.

Com a solução obtida, elaborou-se um novo mapa da rede de transportes da Cáritas correspondente ao cenário acima mencionado (Figura 4).

Figura 4: Distribuição geográfica das habitações dos utentes em SAD e do CD “Padre Camilo” – com solução obtida após aplicação do modelo



Fonte: Elaboração própria através da aplicação *GoogleMaps*

5.2 Análise e Discussão dos Resultados

Com a implementação do modelo de otimização de rotas em apoio domiciliário, desenvolvido tendo por base o modelo de Gomes e Ramos (2019), conseguiu-se obter um plano que melhora o tempo total de deslocação, conforme mostra a Tabela 6. A solução apresentada, apesar de poder não ser a solução ótima, é a melhor solução admissível que se obteve da implementação do modelo, para um cenário onde não existe partilha de veículos pelas equipas e onde os utentes são flexíveis em relação aos tempos de início dos serviços.

Caso a Cáritas Diocesana de Setúbal tivesse à sua disposição cinco viaturas, para alocar uma viatura a cada equipa de SAD, conseguiria reduzir cerca de 32 minutos o tempo total de deslocação à segunda-feira, o que corresponderia a uma melhoria de 16%. À terça-feira, conseguiria reduzir aproximadamente 39 minutos, o que representaria uma melhoria de 18% no tempo gasto em deslocações. Nos serviços prestados ao fim-de-semana a melhoria seria apenas de 3 minutos, aproximadamente.

Considera-se que o “plano otimizado” apresenta melhorias significativas quer para a segunda quer para a terça-feira. No entanto, para o sábado e para o domingo a redução do tempo total gasto em deslocações não é tão relevante, representando apenas uma melhoria de 7%.

Tabela 6: Comparação dos tempos de deslocação antes e após aplicação do modelo de otimização de rotas

Dia da Semana	Tempo Deslocação Total (min.) - situação atual	Tempo Deslocação Total (min.) - c/ solução obtida do modelo	Δ (min)	Δ (%)
2ª-Feira	207,17	175,05	-32,12	-16%
3ª-Feira	218,99	180,25	-38,74	-18%
Sábado e Domingo	42,38	39,4	-2,98	-7%

Fonte: Elaboração própria a partir dos relatórios de *output* do GAMS

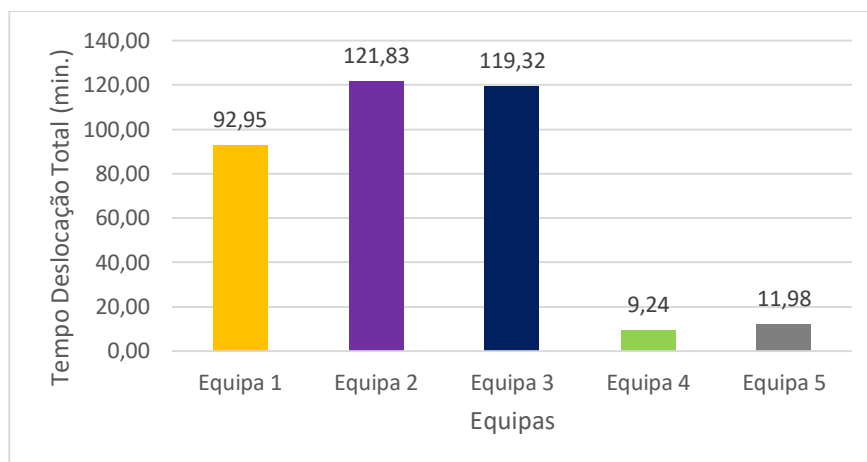
Estes resultados revelam que existe uma boa margem para melhoria das rotas associadas aos serviços de segunda e terça-feira, já as rotas de sábado e de domingo demonstram ter sido bem estipuladas pelas Técnicas responsáveis. Esta questão justifica-se pelo facto de o planeamento ser feito pelas Técnicas de forma manual e, sendo o fim-de-semana um serviço com apenas sete utentes e uma equipa, o desenho da sua rota revela-se mais simples quando comparado ao desenho de rotas para trinta e quatro utentes e três equipas, conforme acontece durante a semana.

Para os serviços de quarta a sexta-feira, o modelo não conseguiu encontrar qualquer solução admissível. Note-se que, para estes dias, o modelo foi implementado após fixação dos utentes às equipas, conforme a solução apresentada pelo modelo para a segunda-feira. É de salientar, também, que os serviços na Cáritas não são regulares, pelo que diferem de dia para dia - por exemplo, à segunda-feira existem nove utentes com banhos e à quarta-feira existem dez. O facto de o modelo não apresentar qualquer solução admissível pode estar relacionado com a possibilidade da solução do problema para a segunda-feira não ser a solução ótima, refletindo-se que é a partir desta que o modelo é implementado para os restantes dias, e associando-se a característica de o serviço alterar de dia para dia, alterando também a sua duração e o número de utentes a visitar.

Apesar das diversas semelhanças existentes entre o modo de funcionamento do SAD da Cáritas e dos casos A e B do estudo de Gomes e Ramos (2019), verifica-se a existência de uma particularidade que pode comprometer o sucesso da implementação do modelo – a dimensão do problema. No caso da Cáritas o modelo foi implementado para 34 utentes, o que representa uma diferença significativa no número de utentes a visitar e, consequentemente, um aumento na dimensão dos dados a analisar pelo modelo, quando comparado com o reportado em Gomes e Ramos (2019). Este aumento de complexidade pode ser a razão pela qual o modelo não consegue encontrar uma solução ótima para a segunda-feira, sendo interrompido por falta de recursos computacionais, o que sugere que talvez seja necessário proceder a alguns ajustes no modelo.

Analisando as soluções obtidas, quer para a segunda quer para a terça-feira, pode-se afirmar que os planos melhorados apresentam bons resultados no que diz respeito à redução do tempo total gasto em deslocações. No entanto, quando analisados os tempos de deslocação e de serviço por equipa, verifica-se a existência de alguns desequilíbrios. Relativamente aos tempos de deslocação por equipa, e através da análise da Figura 5, podemos verificar que as equipas 2 e 3 apresentam tempos de deslocação totais muito semelhantes (122 e 119 minutos, respetivamente), e a equipa 1 apresenta resultados um pouco inferiores (93 minutos). No entanto, as equipas 4 e 5 revelam estar em total desequilíbrio quando comparadas com as restantes (9 e 12 minutos, respetivamente). Numa situação de equilíbrio perfeito, a cada equipa deveria estar alocado 20% do tempo total de deslocação. No entanto, os resultados demonstram que, no caso da CDS, à equipa 1 está alocado 26% do tempo total, às equipas 2 e 3 34% e às equipas 4 e 5 3%, o que revela que o plano otimizado apresenta um desequilíbrio considerável no que diz respeito aos tempos de deslocação associados a cada equipa.

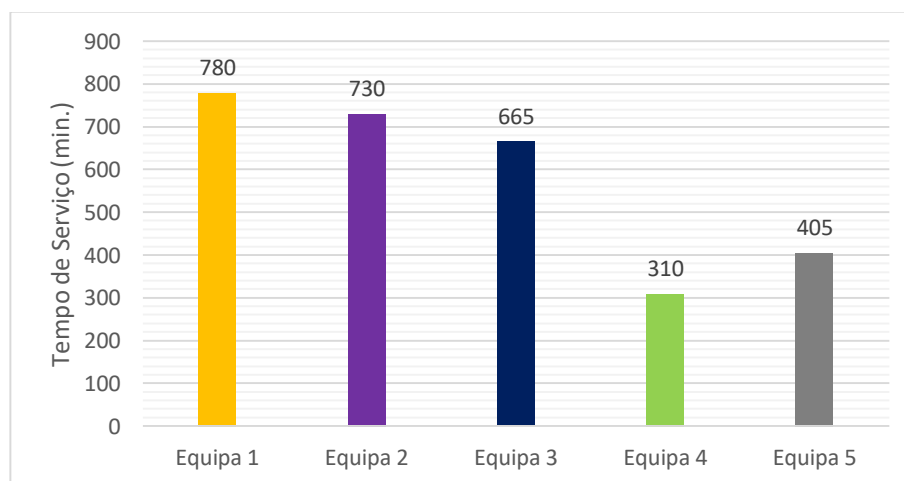
Figura 5: Gráfico de comparação dos tempos totais de deslocação por equipa



Fonte: Elaboração própria a partir dos relatórios de *output* do GAMS

No que diz respeito ao tempo de serviço associado a cada equipa, também se verificam alguns desequilíbrios, conforme se pode observar na Figura 6. A solução apresentada pelo modelo, para a segunda e terça-feira, atribuiu 780 minutos de tempo de serviço à equipa 1, 730 minutos à equipa 2, 665 minutos à equipa 3, 310 minutos à equipa 4 e 405 minutos à equipa 5. Com esta solução a equipa 1 totaliza 27% do tempo de serviço, a equipa 2 totaliza 25%, a equipa 3 perfaz 23%, a equipa 4 perfaz 11% e a equipa 5 totaliza 14%, o que revela algum desequilíbrio, principalmente entre as equipas 1, 2 e 3 e as equipas 4 e 5, apesar de não ser tão evidente como o desequilíbrio dos tempos totais de deslocação.

Figura 6: Gráfico de comparação dos tempos de serviço associados a cada equipa



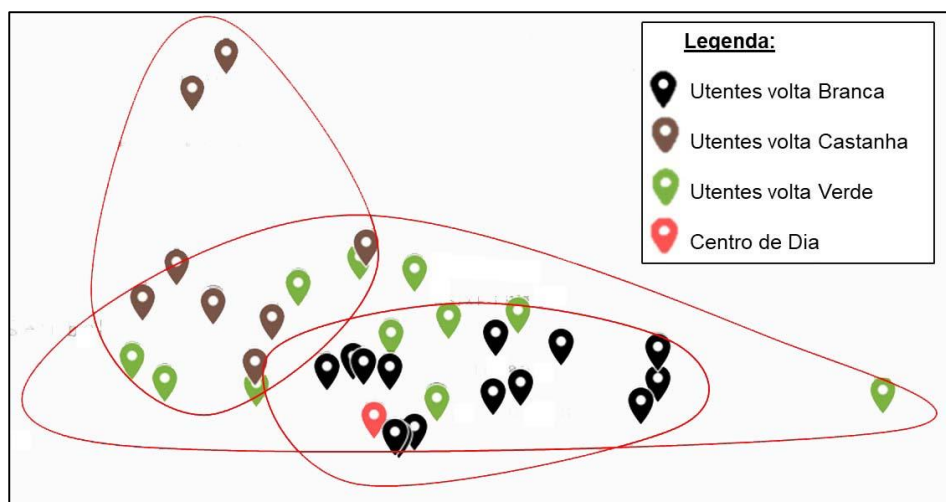
Fonte: Elaboração própria a partir dos relatórios de *output* do GAMS

Os desequilíbrios acima referidos revelam, também, que existem equipas, nomeadamente as equipas 1, 2 e 3, com uma maior sobrecarga em relação às restantes. Esta situação poderá ser interpretada de duas maneiras diferentes. Se por um lado a Cáritas, tendo à sua

disposição cinco viaturas, deveria repensar o número de equipas alocadas ao SAD, por outro lado conseguiria ter disponibilidade para servir e incluir mais utentes no seu sistema.

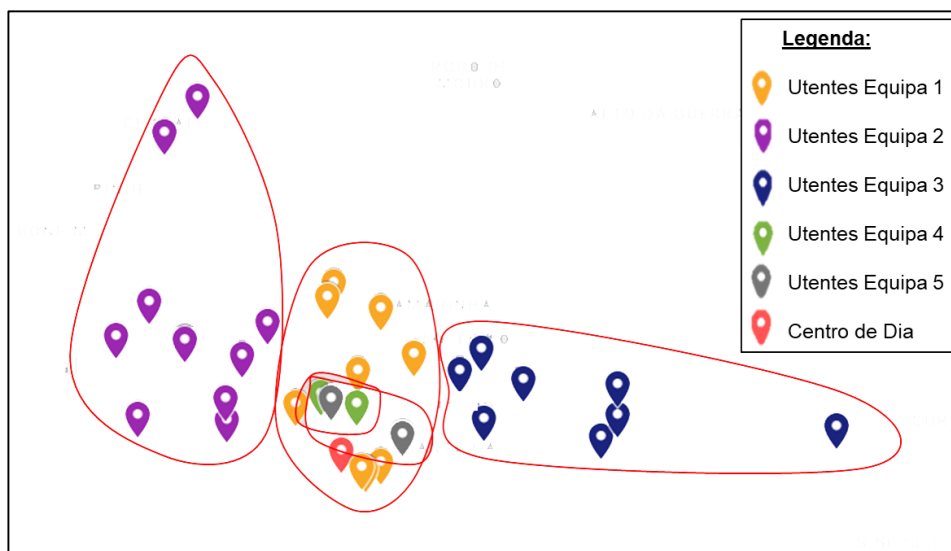
Comparando a solução atual do serviço de apoio domiciliário da Cáritas (Figura 7) com a solução apresentada pelo modelo (Figura 8) as diferenças são notórias. Na solução atual verifica-se a sobreposição das rotas associadas às diferentes voltas, conforme mostra a Figura 7. A implementação do modelo permitiu uma reorganização das rotas e a solução apresentada, Figura 8, reduziu significativamente a sobreposição das rotas, o que, consequentemente, significa uma diminuição de custos, aqui representada como diminuição do tempo total gasto em deslocações, como já referido anteriormente.

Figura 7: Rotas do SAD da CDS – Solução Atual



Fonte: Elaboração própria através da aplicação *GoogleMaps*

Figura 8: Rotas do SAD da CDS – Após aplicação do modelo de otimização de rotas



Fonte: Elaboração própria através da aplicação *GoogleMaps*

O modelo foi implementado várias vezes, fazendo-se pequenos ajustes na tentativa de se chegar à solução ótima. No entanto, após várias tentativas, a solução acima descrita foi a melhor solução admissível que se conseguiu obter através da implementação do modelo de otimização de rotas em apoio domiciliário. Este modelo demonstra ter uma adequabilidade razoável ao caso da Cáritas Diocesana de Setúbal, pois apesar de não apresentar qualquer solução admissível para quarta, quinta e sexta-feira, conseguiu apresentar uma solução admissível para segunda, terça, sábado e domingo e conseguiu minimizar o tempo total de deslocação.

Tendo em conta os resultados obtidos através da implementação do modelo, pode-se considerar que o mesmo contribuiu para o melhoramento da eficiência do sistema logístico da Cáritas Diocesana de Setúbal ao minimizar o tempo gasto em deslocações, o que desencadeia uma minimização dos custos inerentes às mesmas.

Conclusão e Investigação Futura

O envelhecimento da população é uma realidade presente não apenas em Portugal, mas em todos os países considerados desenvolvidos. Com o índice de envelhecimento a acentuar-se drasticamente, os níveis de dependência acompanham esse mesmo crescimento e, consequentemente, a necessidade de serviços de apoio domiciliário também aumenta. Os serviços de apoio domiciliário são prestados, na sua maioria, por instituições sem fins lucrativos, como são exemplo as IPSS's. Estas organizações apresentam, muitas vezes, dificuldades económicas, pelo que a máxima de minimização dos custos deve imperar nos programas de gestão. Uma das medidas para minimização dos custos passa pela otimização de rotas, sendo que, em apoio domiciliário, o tempo de deslocação pode representar até 26% do tempo total da prestação do serviço.

A otimização de rotas é descrita, na Investigação Operacional, como um VRP – *Vehicle Routing Problem* (Problema de Rotas de Veículos), problema que apresenta diversas variantes, como é o caso do PVRPTW – *Periodic Vehicle Routing Problem with Time Windows*, associado muitas vezes a problemas de rotas em apoio domiciliário.

O objetivo geral do presente trabalho consistiu em otimizar as rotas do SAD da Cáritas Diocesana de Setúbal, através da aplicação de um modelo de otimização de rotas desenvolvido tendo por base o modelo presente em Gomes e Ramos (2019). Os objetivos específicos consistiram em reduzir os tempos de deslocação associados à prestação dos serviços, perceber se existia margem para introduzir novos utentes no sistema e avaliar a adequabilidade do modelo presente em Gomes e Ramos (2019) ao caso do SAD da Cáritas Setúbal.

Tendo em conta as semelhanças encontradas entre os casos A e B do estudo de caso de Gomes e Ramos (2019) e o caso da Cáritas Diocesana de Setúbal, o modelo de otimização de rotas em apoio domiciliário foi de fácil implementação, sendo necessário apenas alguns ajustes. Foi necessário introduzir no modelo toda a informação acerca do SAD da CDS, nomeadamente, utentes a servir, janelas temporais, tempos de prestação dos serviços, tempos de deslocação entre todos os nós da rede, duração da pausa para almoço, assim como a carga horária das cuidadoras. Foi necessário ajustar o modelo por forma a que o mesmo permitisse alocar duas equipas à distribuição das refeições, uma vez que nos casos estudados por Gomes e Ramos (2019) existe apenas uma equipa responsável por esse serviço.

O SAD na Cáritas não é um serviço constante, com alterações de um dia da semana para outro, o que obrigou à construção de vários modelos – um modelo para cada dia da semana.

Após introdução de todos os dados necessários nos modelos e feitos os respetivos ajustes, implementaram-se os modelos no GAMS e resolveram-se recorrendo ao CPLEX. O primeiro modelo implementado foi o modelo de otimização referente ao serviço da segunda-feira, sendo que os restantes, com exceção dos do fim-de-semana, foram implementados posteriormente, fixando os utentes às equipas de acordo com a solução apresentada para a segunda-feira. Para o sábado e para o domingo o modelo foi implementado posteriormente, não sendo necessário atribuir utentes a equipas, tendo em conta que estes serviços, por serem mais reduzidos, são feitos apenas por uma equipa. Os modelos foram construídos e implementados para um cenário no qual apenas se considerou a função objetivo minimizadora do tempo total gasto em deslocações (função [1]) e onde se atribuiu um veículo a cada equipa.

A implementação dos modelos permitiu obter uma solução que, apesar de não ser a solução ótima, é uma solução admissível quer para a segunda, quer para a terça-feira, sábado e domingo. No entanto, para quarta, quinta e sexta-feira o modelo não conseguiu produzir qualquer solução admissível, sendo interrompido.

Para a segunda-feira, a implementação do modelo de otimização de Gomes e Ramos (2019), permitiu reduzir em, aproximadamente, 32 minutos o tempo total de deslocação gasto para prestação dos serviços de apoio domiciliário. Na terça-feira, conseguiu-se reduzir cerca de 39 minutos e, ao fim-de-semana, o tempo total gasto em deslocações foi reduzido em aproximadamente 3 minutos. Apesar do modelo produzir bons resultados para segunda e terça-feira, sábado e domingo, no que diz respeito à redução do tempo total gasto em deslocações, verifica-se a existência de desequilíbrios acentuados quer no tempo total de deslocação por equipa, quer no tempo total de serviço por equipa. De uma forma genérica, é de constar que as equipas 1, 2 e 3 apresentam uma sobrecarga maior em relação às equipas 4 e 5. Este facto, se por um lado pode questionar a quantidade de equipas alocadas ao SAD da CDS, por outro lado pode indicar que, caso não houvesse partilha de veículos pelas cuidadoras da Cáritas, existia margem para introduzir novos utentes no sistema.

A questão de o modelo não ter encontrado qualquer solução admissível para quarta, quinta e sexta-feira, pode ser um indicador de que o mesmo não está totalmente adequado ao problema. Tendo em conta que não conseguiu encontrar uma solução ótima, sendo interrompido por ter excedido o tempo limite para implementação, dever-se-ia tentar proceder a algumas simplificações que o tornariam um pouco menos pesado. Com isto, a implementação do modelo de otimização de rotas de Gomes e Ramos (2019), contribuiu para o melhoramento da eficiência do sistema logístico da organização.

Foram denotadas duas limitações no decorrer da elaboração deste projeto. A primeira limitação consiste na impossibilidade de contemplar, no modelo, a partilha de veículos pelas cuidadoras, obtendo-se uma solução para um cenário no qual existe um veículo para cada equipa, e não para a situação atual da Cáritas. A segunda limitação está relacionada com a falta de domínio no GAMS, o que implicou um processo de aprendizagem e que, para além disso, fez com que a obtenção dos resultados se prolongasse num horizonte temporal não desejado, o que acabou por dificultar o avanço do projeto. Todavia, mesmo com limitações, o projeto conseguiu alcançar os objetivos estipulados, reduzindo os tempos de deslocação, revelando uma margem para a introdução de novos utentes no sistema e aferindo a adequabilidade do modelo ao caso da Cáritas Diocesana de Setúbal.

Como linhas de investigação futura propõe-se que o modelo seja revisto, por forma a alcançar-se uma versão simplificada que permita a sua implementação a problemas com maior dimensão, como é o caso da Cáritas. Dever-se-á conseguir que o modelo obtenha uma solução ótima para o problema. Seria de igual forma interessante desenvolver o modelo para que o mesmo contemplasse a partilha de veículos pelas equipas, por forma a obter uma solução mais realista para o SAD da Cáritas. Após o ajustamento do modelo, dever-se-ia voltar a averiguar o equilíbrio entre equipas, quer em termos dos tempos de deslocação, quer no tempo total de serviço, voltando a implementar o modelo com a adição da função objetivo [3] - função MinMax de equilíbrio da carga de trabalho (proposto em Gomes e Ramos(2019)). Seria interessante verificar o modelo de afetação dos cuidadores às equipas proposto por Gomes e Ramos (2019), tendo em conta que a Cáritas apresenta um esquema de rotação e de fidelização cuidador-utente semelhante ao utilizado pelas autoras no seu estudo.

Referências Bibliográficas

- Akjiratikarl, C., Yenradee, P. a., & Drake, P. R. (2007). PSO-based algorithm for home care worker scheduling in the UK. *Computers & Industrial Engineering*, 53, pp. 559-583.
- Bonfim, C., & Veiga, S. (1996). *Serviços de Apoio Domiciliário*. Lisboa: Direcção-Geral da Acção Social.
- Braekers, K., Hartl, R. F., Parragh, S. N., & Tricoire, F. (2016). A bi-objective home care scheduling problem: Analyzing the trade-off between costs and client inconvenience. *European Journal of Operational Research*, 248, 428-443.
- Cáritas, D. d. (2019). *Cáritas Diocesana de Setúbal*. Obtido em 2019 de Agosto de 25, de Cáritas Diocesana de Setúbal: <https://www.caritassetubal.pt/>
- Cheng, E., & Rich, J. L. (1998). *A Home Health Care Routing and Scheduling Problem*. Houston, Texas.
- Crespo de Carvalho, J. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (1ª ed.). Lisboa: Sílabo.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (4ª ed.). California: SAGE Publications, Inc.
- CSCMP. (2013). *CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary*. Obtido em 24 de Julho de 2019, de Council of Supply Chain Management Professionals: https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921
- Dorronsoro Díaz, B. (2006). *The VRP Web*. Obtido em 11 de Outubro de 2019, de The VRP Web: <http://www.bernabe.dorronsoro.es/vrp/>
- Dorronsoro, B. (2004). *Vehicle Routing Problem - VRP*. Obtido em 11 de Outubro de 2019, de NEO: Networking and Emerging Optimization: <http://neo.lcc.uma.es/cEA-web/VRP.htm>
- Fikar, C., & Hirsch, P. (2017). Home health care routing and scheduling: A review. *Computers & Operations Research*, 77, pp. 86-95.
- Gil, A. (2009). *Serviços de Apoio Domiciliário - ofertas e custos no mercado privado*. Lisboa: Instituto da Segurança Social, IP.

- Gomes, M. I., & Ramos, T. R. (2019). Modelling and (re-)planning periodic home social care services with loyalty and non-loyalty features. *European Journal of Operational Research*, 277, pp. 284-299.
- Instituto da Segurança Social, I.P. (2017). *Guia Prático - Apoios Sociais - Pessoas Idosas*. Instituto da Segurança Social, I.P.
- Liu, R., Xie, X., & Garaix, T. (2014). Hybridization of tabu search with feasible and infeasible local searches. *Omega*, 47, pp. 17-32.
- PORDATA. (2018). *Indicadores de Envelhecimento*. Obtido em 28 de Abril de 2019, de PORDATA: <https://www.pordata.pt>
- Stake, R. E. (2012). *A Arte da Investigação com Estudos de Caso* (3ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Taha, H. A. (2007). *Operations Research: An Introduction*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Tavares, L. V., Correia, F. N., Themido, I. H., & Oliveira, R. C. (1996). *Investigação Operacional*. Alfragide: McGraw-Hill de Portugal.
- Toth, P., & Vigo, D. (2014). *VEHICLE ROUTING - Problems, Methods, and Applications*. Philadelphia: MOS-SIAM Series on Optimization.
- Yin, R. K. (2010). *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos* (4ª ed.). Porto Alegre: Bookman.

Apêndices

1 Lista das informações necessárias acerca do SAD da Cáritas

Recursos Necessários

Para a elaboração do estudo será necessário ter acesso a informações relativas a todo o Serviço de Apoio Domiciliário. Para além de informações acerca do modo de funcionamento e quais os procedimentos utilizados pela instituição na prestação dos SAD será necessário ter informações adicionais acerca da mesma, dos seus utentes bem como das suas prestadoras de cuidados, nomeadamente:

- **Instituição:**
 - Morada da instituição (ponto de partida das cuidadoras)
 - Nº de utentes em cada tipologia de Serviços de Apoio Domiciliário;
 - Tipologia dos serviços prestados em apoio domiciliário pela instituição;
 - Duração média de cada serviço.
- **Utentes:**
 - Identificação do utente (não necessita ser o nome);
 - Tipologia do utente (se acamado ou semi-dependente);
 - Morada dos utentes (não necessita de ser a morada exata);
 - Tipos de serviços que lhes são prestados, com que frequência e janela horária.
- **Prestadoras dos cuidados:**
 - Nº de equipas;
 - Nº de prestadoras;
 - Nº de horas diárias de trabalho;
 - Horário de pausas para almoço;
 - Como funciona a rotação das equipas.

Para que os dados utilizados sejam o mais aproximado possível da realidade, esperam-se históricos de aproximadamente 3 meses.

De salientar que todas as informações fornecidas serão para uso exclusivo do estudo a realizar, podendo estabelecer-se protocolo de confidencialidade dos dados entre a aluna/IPS e a IPSS.

2 Tabela resumo do Serviço de Apoio Domiciliário na Cáritas

Códij	2ª		3ª		4ª		5ª		6ª		Sábado		Domingo	
Utente	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
1	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	B	HP	HP	HP	HP	HP
2	B		B		B		B		B					
6		RO												
10	HP	HP	HP		B	HP	HP		HP	HP				
11	HP	HP	B	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP				
15	HP		B		HP		HP		HP					
17	HP	HP	HP	HP	B	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP
19		RO												
20	HP	HP	HP	HP	HP	HP	B	HP	HP	HP				
21							B							
22	HP	HP	HP	HP	HP	HP	B	HP	HP	HP				
23				B						B				
26	HP	HP	HP	HP	HP	HP	B	HP	HP	HP				
27				RO										
28	B		HP		HP		HP		HP					
29	HP	HP	HP	HP	B	HP	HP	HP	HP	HP				
30	HP		HP		B		HP		HP					
32		B				B				B				
33								RO						
34	B	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	B	HP				
36	B		B		B		B		B		B		B	
37	HP	HP	HP	HP	HP	HP	B	HP	HP	HP				
38	HP	HP	B	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP
39	B	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP				
41	B	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP				
44	HP	HP	B	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP				
45	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	B	HP				
46	HP	HP	HP	HP	HP	HP	B	HP	HP	HP				
47	HP	HP	HP	HP	B	HP	HP	HP	HP	HP				
49	HP		HP		B		HP		HP					
50		B				B				B				
52				RO										
53	HP	HP	B	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP				
54	B		HP		HP		HP		HP					
56	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	B	HP				

HP	HIGIENE PESSOAL
B	BANHO
RO	ROUPA

3 Matriz das distâncias entre nodos da rede da Cáritas de Setúbal

nº	0	1	2	6	10	11	15	17	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30
0	x	3,70	2,55	2,07	3,32	7,55	6,59	6,21	2,55	4,67	5,63	3,90	2,65	3,70	6,98	4,86	7,75	3,90
1	3,70	x	2,45	3,22	4,28	7,17	6,59	5,44	3,70	4,47	5,63	2,84	3,90	3,32	6,98	4,47	8,13	3,51
2	2,55	2,45	x	2,07	3,51	6,78	6,01	5,05	2,74	4,09	5,24	3,51	2,84	3,13	5,44	4,09	7,55	3,03
6	2,07	3,22	2,07	x	3,70	6,78	6,40	5,24	2,65	4,28	5,24	3,90	2,93	3,22	6,01	4,09	7,94	3,13
10	3,32	4,28	3,51	3,70	x	7,94	9,86	3,70	4,86	3,22	3,90	6,98	4,86	5,05	4,28	3,13	11,40	3,51
11	7,55	7,17	6,78	6,78	7,94	x	11,21	6,40	6,78	6,98	7,17	8,71	6,78	8,52	7,55	6,98	13,33	6,01
15	6,59	6,59	6,01	6,40	9,86	11,21	x	9,86	7,94	8,71	11,02	6,01	7,94	5,05	9,67	8,71	4,86	7,75
17	6,21	5,44	5,05	5,24	3,70	6,40	9,86	x	4,67	2,65	2,74	6,78	4,86	6,78	3,13	2,65	10,83	3,51
19	2,55	3,70	2,74	2,65	4,86	6,78	7,94	4,67	x	4,67	5,82	4,09	1,58	4,28	5,24	4,67	8,13	3,70
20	4,67	4,47	4,09	4,28	3,22	6,98	8,71	2,65	4,67	x	3,22	5,63	3,70	5,82	3,51	1,42	9,67	2,36
21	5,63	5,63	5,24	5,24	3,90	7,17	11,02	2,74	5,82	3,22	x	6,59	4,67	6,98	2,16	3,03	10,83	3,51
22	3,90	2,84	3,51	3,90	6,98	8,71	6,01	6,78	4,09	5,63	6,59	x	4,86	3,51	7,17	5,63	6,21	4,67
23	2,65	3,90	2,84	2,93	4,86	6,78	7,94	4,86	1,58	3,70	4,67	4,86	x	4,28	5,24	4,47	8,13	3,51
26	3,70	3,32	3,13	3,22	5,05	8,52	5,05	6,78	4,28	5,82	6,98	3,51	4,28	x	8,13	5,82	6,59	4,67
27	6,98	6,98	5,44	6,01	4,28	7,55	9,67	3,13	5,24	3,51	2,16	7,17	5,24	8,13	x	3,51	11,21	3,90
28	4,86	4,47	4,09	4,09	3,13	6,98	8,71	2,65	4,67	1,42	3,03	5,63	4,47	5,82	3,51	x	9,67	2,36
29	7,75	8,13	7,55	7,94	11,40	13,33	4,86	10,83	8,13	9,67	10,83	6,21	8,13	6,59	11,21	9,67	x	8,71
30	3,90	3,51	3,03	3,13	3,51	6,01	7,75	3,51	3,70	2,36	3,51	4,67	3,51	4,67	3,90	2,36	8,71	x
32	2,65	3,90	2,45	2,74	5,82	7,94	6,40	6,01	2,93	4,86	6,01	3,03	2,93	2,74	6,40	4,86	7,17	3,90
33	3,22	3,90	3,03	3,32	6,98	8,52	5,05	6,59	3,51	5,44	6,59	3,03	3,32	1,91	6,98	5,44	6,98	4,47
34	3,51	3,03	2,65	3,22	5,82	5,82	7,36	4,67	3,32	4,67	5,44	3,70	3,32	4,67	6,21	4,67	8,32	3,70
36	2,26	4,47	3,32	2,84	3,51	7,94	7,17	6,21	3,22	5,24	6,40	4,67	3,32	4,09	6,40	5,24	8,71	4,09
37	5,82	4,47	5,24	5,24	7,55	10,06	3,03	8,32	7,17	7,36	8,32	3,32	7,17	5,44	8,90	7,17	4,28	6,21
38	3,90	3,03	3,70	4,09	7,94	8,90	5,44	6,98	4,28	5,82	6,78	1,78	4,09	3,70	7,36	5,82	9,67	4,86
39	3,90	3,32	3,03	3,51	6,01	5,82	7,55	4,67	3,70	4,86	5,44	4,09	3,70	5,05	6,40	4,86	8,71	3,90
41	5,82	6,21	5,63	6,01	10,25	10,83	2,16	8,71	6,21	7,55	8,71	4,09	6,01	4,67	9,29	7,55	5,44	6,59
44	3,70	2,07	2,84	3,32	6,01	6,59	6,78	5,63	3,51	4,86	6,01	2,84	3,51	4,28	6,40	4,86	7,75	3,90
45	2,84	3,70	2,65	2,36	4,47	6,59	7,75	4,67	2,55	3,51	4,47	4,67	2,45	4,09	5,05	3,51	10,06	2,45
46	3,70	3,51	3,03	3,51	4,47	5,24	7,75	4,28	3,70	3,22	4,28	4,67	3,51	4,86	4,67	3,13	8,71	2,26
47	3,70	3,90	2,84	3,32	5,05	7,75	7,55	6,01	2,84	5,44	6,01	4,28	2,74	3,90	6,40	5,44	8,52	3,70
49	6,78	6,78	6,21	6,59	10,06	14,29	4,86	9,48	6,78	8,32	9,48	4,47	6,78	5,24	9,86	8,32	5,44	7,36
50	2,65	3,90	2,45	2,74	5,82	7,94	6,40	6,01	2,93	4,86	6,01	3,03	2,93	2,74	6,40	4,86	7,17	3,90
52	7,55	6,98	6,59	6,78	7,94	2,16	11,40	6,78	7,17	6,78	7,36	8,32	7,17	8,32	8,32	6,78	13,33	5,82
53	4,47	4,09	3,70	4,09	2,16	6,59	8,71	3,70	3,90	3,13	3,70	5,24	3,70	5,44	4,09	3,03	9,29	1,97
54	3,51	3,90	2,74	3,32	5,05	7,75	7,55	6,01	2,84	5,24	5,82	4,28	2,74	3,90	6,40	5,24	8,32	3,70
56	6,21	5,82	5,44	5,44	3,90	5,82	10,06	2,07	6,01	2,55	2,74	6,98	5,82	6,98	3,22	2,55	11,02	3,51
101	3,70	0,00	2,45	3,22	4,28	7,17	6,59	5,44	3,70	4,47	5,63	2,84	3,90	3,32	6,98	4,47	8,13	3,51
110	3,32	4,28	3,51	3,70	0,00	7,94	9,86	3,70	4,86	3,22	3,90	6,98	4,86	5,05	4,28	3,13	11,40	3,51
111	7,55	7,17	6,78	6,78	7,94	0,00	11,21	6,40	6,78	6,98	7,17	8,71	6,78	8,52	7,55	6,98	13,33	6,01
117	6,21	5,44	5,05	5,24	3,70	6,40	9,86	0,00	4,67	2,65	2,74	6,78	4,86	6,78	3,13	2,65	10,83	3,51
120	4,67	4,47	4,09	4,28	3,22	6,98	8,71	2,65	4,67	0,00	3,22	5,63	3,70	5,82	3,51	1,42	9,67	2,36
122	3,90	2,84	3,51	3,90	6,98	8,71	6,01	6,78	4,09	5,63	6,59	0,00	4,86	3,51	7,17	5,63	6,21	4,67
126	3,70	3,32	3,13	3,22	5,05	8,52	5,05	6,78	4,28	5,82	6,98	3,51	4,28	0,00	8,13	5,82	6,59	4,67
129	7,75	8,13	7,55	7,94	11,40	13,33	4,86	10,83	8,13	9,67	10,83	6,21	8,13	6,59	11,21	9,67	0,00	8,71
134	3,51	3,03	2,65	3,22	5,82	5,82	7,36	4,67	3,32	4,67	5,44	3,70	3,32	4,67	6,21	4,67	8,32	3,70
137	5,82	4,47	5,24	5,24	7,55	10,06	3,03	8,32	7,17	7,36	8,32	3,32	7,17	5,44	8,90	7,17	4,28	6,21
138	3,90	3,03	3,70	4,09	7,94	8,90	5,44	6,98	4,28	5,82	6,78	1,78	4,09	3,70	7,36	5,82	9,67	4,86
139	3,90	3,32	3,03	3,51	6,01	5,82	7,55	4,67	3,70	4,86	5,44	4,09	3,70	5,05	6,40	4,86	8,71	3,90
141	5,82	6,21	5,63	6,01	10,25	10,83	2,16	8,71	6,21	7,55	8,71	4,09	6,01	4,67	9,29	7,55	5,44	6,59
144	3,70	2,07	2,84	3,32	6,01	6,59	6,78	5,63	3,51	4,86	6,01	2,84	3,51	4,28	6,40	4,86	7,75	3,90
145	2,84	3,70	2,65	2,36	4,47	6,59	7,75	4,67	2,55	3,51	4,47	4,67	2,45	4,09	5,05	3,51	10,06	2,45
146	3,70	3,51	3,03	3,51	4,47	5,24	7,75	4,28	3,70	3,22	4,28	4,67	3,51	4,86	4,67	3,13	8,71	2,26
147	3,70	3,90	2,84	3,32	5,05	7,75	7,55	6,01	2,84	5,44	6,01	4,28	2,74	3,90	6,40	5,44	8,52	3,70
153	4,47	4,09	3,70	4,09	2,16	6,59	8,71	3,70	3,90	3,13	3,70	5,24	3,70	5,44	4,09	3,03	9,29	1,97
156	6,21	5,82	5,44	5,44	3,90	5,82	10,06	2,07	6,01	2,55	2,74	6,98	5,82	6,98	3,22	2,55	11,02	3,51

nº	32	33	34	36	37	38	39	41	44	45	46	47	49	50	52	53	54	56	101
0	2,65	3,22	3,51	2,26	5,82	3,90	3,90	5,82	3,70	2,84	3,70	3,70	6,78	2,65	7,55	4,47	3,51	6,21	3,70
1	3,90	3,90	3,03	4,47	4,47	3,03	3,32	6,21	2,07	3,70	3,51	3,90	6,78	3,90	6,98	4,09	3,90	5,82	0,00
2	2,45	3,03	2,65	3,32	5,24	3,70	3,03	5,63	2,84	2,65	3,03	2,84	6,21	2,45	6,59	3,70	2,74	5,44	2,45
6	2,74	3,32	3,22	2,84	5,24	4,09	3,51	6,01	3,32	2,36	3,51	3,32	6,59	2,74	6,78	4,09	3,32	5,44	3,22
10	5,82	6,98	5,82	3,51	7,55	7,94	6,01	10,25	6,01	4,47	4,47	5,05	10,06	5,82	7,94	2,16	5,05	3,90	4,28
11	7,94	8,52	5,82	7,94	10,06	8,90	5,82	10,83	6,59	6,59	5,24	7,75	14,29	7,94	2,16	6,59	7,75	5,82	7,17
15	6,40	5,05	7,36	7,17	3,03	5,44	7,55	2,16	6,78	7,75	7,75	7,55	4,86	6,40	11,40	8,71	7,55	10,06	6,59
17	6,01	6,59	4,67	6,21	8,32	6,98	4,67	8,71	5,63	4,67	4,28	6,01	9,48	6,01	6,78	3,70	6,01	2,07	5,44
19	2,93	3,51	3,32	3,22	7,17	4,28	3,70	6,21	3,51	2,55	3,70	2,84	6,78	2,93	7,17	3,90	2,84	6,01	3,70
20	4,86	5,44	4,67	5,24	7,36	5,82	4,86	7,55	4,86	3,51	3,22	5,44	8,32	4,86	6,78	3,13	5,24	2,55	4,47
21	6,01	6,59	5,44	6,40	8,32	6,78	5,44	8,71	6,01	4,47	4,28	6,01	9,48	6,01	7,36	3,70	5,82	2,74	5,63
22	3,03	3,03	3,70	4,67	3,32	1,78	4,09	4,09	2,84	4,67	4,67	4,28	4,47	3,03	8,32	5,24	4,28	6,98	2,84
23	2,93	3,32	3,32	3,32	7,17	4,09	3,70	6,01	3,51	2,45	3,51	2,74	6,78	2,93	7,17	3,70	2,74	5,82	3,90
26	2,74	1,91	4,67	4,09	5,44	3,70	5,05	4,67	4,28	4,09	4,86	3,90	5,24	2,74	8,32	5,44	3,90	6,98	3,32
27	6,40	6,98	6,21	6,40	8,90	7,36	6,40	9,29	6,40	5,05	4,67	6,40	9,86	6,40	8,32	4,09	6,40	3,22	6,98
28	4,86	5,44	4,67	5,24	7,17	5,82	4,86	7,55	4,86	3,51	3,13	5,44	8,32	4,86	6,78	3,03	5,24	2,55	4,47
29	7,17	6,98	8,32	8,71	4,28	9,67	8,71	5,44	7,75	10,06	8,71	8,52	5,44	7,17	13,33	9,29	8,32	11,02	8,13
30	3,90	4,47	3,70	4,09	6,21	4,86	3,90	6,59	3,90	2,45	2,26	3,70	7,36	3,90	5,82	1,97	3,70	3,51	3,51
32 x		3,32	3,70	3,70	4,67	4,09	4,09	6,01	4,47	2,93	3,90	2,74	6,59	1,39	7,36	4,28	2,74	6,01	3,90
33	3,32 x		5,05	4,28	4,67	4,09	5,44	5,05	4,67	4,47	5,24	4,28	5,63	3,13	8,71	5,82	4,28	7,36	3,90
34	3,70	5,05 x		4,47	5,82	3,90	2,26	6,98	2,26	3,90	3,32	4,67	6,78	4,67	5,24	3,90	4,67	3,90	3,03
36	3,70	4,28	4,47 x		6,59	4,86	4,86	6,78	4,67	2,93	4,28	2,84	7,55	3,70	7,75	3,90	2,74	6,40	4,47
37	4,67	4,67	5,82	6,59 x		3,70	6,21	2,55	4,67	6,78	6,21	6,01	2,93	4,67	9,86	6,78	6,01	8,52	4,47
38	4,09	4,09	3,90	4,86	3,70 x		4,28	5,05	3,03	4,47	4,47	4,28	5,05	2,84	8,13	5,05	4,09	6,78	3,03
39	4,09	5,44	2,26	4,86	6,21	4,28 x		6,98	2,26	3,90	3,32	4,67	6,78	4,67	5,63	3,90	4,47	4,28	3,32
41	6,01	5,05	6,98	6,78	2,55	5,05	6,98 x		6,40	7,36	7,36	7,36	5,24	6,01	11,02	8,32	7,17	9,67	6,21
44	4,47	4,67	2,26	4,67	4,67	3,03	2,26	6,40 x		3,51	3,32	3,90	6,01	3,90	6,21	3,90	3,70	4,86	2,07
45	2,93	4,47	3,90	2,93	6,78	4,47	3,90	7,36	3,51 x		2,74	2,65	7,94	3,51	6,21	3,32	2,55	5,05	3,70
46	3,90	5,24	3,32	4,28	6,21	4,47	3,32	7,36	3,32	2,74 x		3,90	7,55	4,09	5,05	2,65	3,90	3,70	3,51
47	2,74	4,28	4,67	2,84	6,01	4,28	4,67	7,36	3,90	2,65	3,90 x		7,55	3,70	7,75	3,90	2,84	6,59	3,90
49	6,59	5,63	6,78	7,55	2,93	5,05	6,78	5,24	6,01	7,94	7,55	7,55 x		3,51	8,71	5,63	4,86	7,36	6,78
50	1,39	3,13	4,67	3,70	4,67	2,84	4,67	6,01	3,90	3,51	4,09	3,70	3,51 x		7,36	4,28	2,74	6,01	3,90
52	7,36	8,71	5,24	7,75	9,86	8,13	5,63	11,02	6,21	6,21	5,05	7,75	8,71	7,36 x		6,98	8,32	4,86	6,98
53	4,28	5,82	3,90	3,90	6,78	5,05	3,90	8,32	3,90	3,32	2,65	3,90	5,63	4,28	6,98 x		3,90	3,70	4,09
54	2,74	4,28	4,67	2,74	6,01	4,09	4,47	7,17	3,70	2,55	3,90	2,84	4,86	2,74	8,32	3,90 x		6,59	3,90
56	6,01	7,36	3,90	6,40	8,52	6,78	4,28	9,67	4,86	5,05	3,70	6,59	7,36	6,01	4,86	3,70	6,59 x		5,82
101	3,90	3,90	3,03	4,47	4,47	3,03	3,32	6,21	2,07	3,70	3,51	3,90	6,78	3,90	6,98	4,09	3,90	5,82 x	
110	5,82	6,98	5,82	3,51	7,55	7,94	6,01	10,25	6,01	4,47	4,47	5,05	10,06	5,82	7,94	2,16	5,05	3,90	4,28
111	7,94	8,52	5,82	7,94	10,06	8,90	5,82	10,83	6,59	6,59	5,24	7,75	14,29	7,94	2,16	6,59	7,75	5,82	7,17
117	6,01	6,59	4,67	6,21	8,32	6,98	4,67	8,71	5,63	4,67	4,28	6,01	9,48	6,01	6,78	3,70	6,01	2,07	5,44
120	4,86	5,44	4,67	5,24	7,36	5,82	4,86	7,55	4,86	3,51	3,22	5,44	8,32	4,86	6,78	3,13	5,24	2,55	4,47
122	3,03	3,03	3,70	4,67	3,32	1,78	4,09	4,09	2,84	4,67	4,67	4,28	4,47	3,03	8,32	5,24	4,28	6,98	2,84
126	2,74	1,91	4,67	4,09	5,44	3,70	5,05	4,67	4,28	4,09	4,86	3,90	5,24	2,74	8,32	5,44	3,90	6,98	3,32
129	7,17	6,98	8,32	8,71	4,28	9,67	8,71	5,44	7,75	10,06	8,71	8,52	5,44	7,17	13,33	9,29	8,32	11,02	8,13
134	3,70	5,05	0,00	4,47	5,82	3,90	2,26	6,98	2,26	3,90	3,32	4,67	6,78	4,67	5,24	3,90	4,67	3,90	3,03
137	4,67	4,67	5,82	6,59	0,00	3,70	6,21	2,55	4,67	6,78	6,21	6,01	2,93	4,67	9,86	6,78	6,01	8,52	4,47
138	4,09	4,09	3,90	4,86	3,70	0,00	4,28	5,05	3,03	4,47	4,47	4,28	5,05	2,84	8,13	5,05	4,09	6,78	3,03
139	4,09	5,44	2,26	4,86	6,21	4,28	0,00	6,98	2,26	3,90	3,32	4,67	6,78	4,67	5,63	3,90	4,47	4,28	3,32
141	6,01	5,05	6,98	6,78	2,55	5,05	6,98	0,00	6,40	7,36	7,36	7,36	5,24	6,01	11,02	8,32	7,17	9,67	6,21
144	4,47	4,67	2,26	4,67	4,67	3,03	2,26	6,40	0,00	3,51	3,32	3,90	6,01	3,90	6,21	3,90	3,70	4,86	2,07
145	2,93	4,47	3,90	2,93	6,78	4,47	3,90	7,36	3,51	0,00	2,74	2,65	7,94	3,51	6,21	3,32	2,55	5,05	3,70
146	3,90	5,24	3,32	4,28	6,21	4,47	3,32	7,36	3,32	2,74	0,00	3,90	7,55	4,09	5,05	2,65	3,90	3,70	3,51
147	2,74	4,28	4,67	2,84	6,01	4,28	4,67	7,36	3,90	2,65	3,90	0,00	7,55	3,70	7,75	3,90	2,84	6,59	3,90
153	4,28	5,82	3,90	3,90	6,78	5,05	3,90	8,32	3,90	3,32	2,65	3,90	5,63	4,28	6,98	0,00	3,90	3,70	4,09
156	6,01	7,36	3,90	6,40	8,52	6,78	4,28	9,67	4,86	5,05	3,70	6,59	7,36	6,01	4,86	3,70	6,59	0,00	5,82

nº	110	111	117	120	122	126	129	134	137	138	139	141	144	145	146	147	153	156	
0	3,32	7,55	6,21	4,67	3,90	3,70	7,75	3,22	5,82	3,90	3,90	5,82	3,70	2,84	3,70	3,70	4,47	6,21	
1	4,28	7,17	5,44	4,47	2,84	3,32	8,13	3,90	4,47	3,03	3,32	6,21	2,07	3,70	3,51	3,90	4,09	5,82	
2	3,51	6,78	5,05	4,09	3,51	3,13	7,55	3,03	5,24	3,70	3,03	5,63	2,84	2,65	3,03	2,84	3,70	5,44	
6	3,70	6,78	5,24	4,28	3,90	3,22	7,94	3,32	5,24	4,09	3,51	6,01	3,32	2,36	3,51	3,32	4,09	5,44	
10	0,00	7,94	3,70	3,22	6,98	5,05	11,40	6,98	7,55	7,94	6,01	10,25	6,01	4,47	4,47	5,05	2,16	3,90	
11	7,94	0,00	6,40	6,98	8,71	8,52	13,33	8,52	10,06	8,90	5,82	10,83	6,59	6,59	5,24	7,75	6,59	5,82	
15	9,86	11,21	9,86	8,71	6,01	5,05	4,86	5,05	3,03	5,44	7,55	2,16	6,78	7,75	7,75	7,55	8,71	10,06	
17	3,70	6,40	0,00	2,65	6,78	6,78	10,83	6,59	8,32	6,98	4,67	8,71	5,63	4,67	4,28	6,01	3,70	2,07	
19	4,86	6,78	4,67	4,67	4,09	4,28	8,13	3,51	7,17	4,28	3,70	6,21	3,51	2,55	3,70	2,84	3,90	6,01	
20	3,22	6,98	2,65	0,00	5,63	5,82	9,67	5,44	7,36	5,82	4,86	7,55	4,86	3,51	3,22	5,44	3,13	2,55	
21	3,90	7,17	2,74	3,22	6,59	6,98	10,83	6,59	8,32	6,78	5,44	8,71	6,01	4,47	4,28	6,01	3,70	2,74	
22	6,98	8,71	6,78	5,63	0,00	3,51	6,21	3,03	3,32	1,78	4,09	4,09	2,84	4,67	4,67	4,28	5,24	6,98	
23	4,86	6,78	4,86	3,70	4,86	4,28	8,13	3,32	7,17	4,09	3,70	6,01	3,51	2,45	3,51	2,74	3,70	5,82	
26	5,05	8,52	6,78	5,82	3,51	0,00	6,59	1,91	5,44	3,70	5,05	4,67	4,28	4,09	4,86	3,90	5,44	6,98	
27	4,28	7,55	3,13	3,51	7,17	8,13	11,21	6,98	8,90	7,36	6,40	9,29	6,40	5,05	4,67	6,40	4,09	3,22	
28	3,13	6,98	2,65	1,42	5,63	5,82	9,67	5,44	7,17	5,82	4,86	7,55	4,86	3,51	3,13	5,44	3,03	2,55	
29	11,40	13,33	10,83	9,67	6,21	6,59	0,00	6,98	4,28	9,67	8,71	5,44	7,75	10,06	8,71	8,52	9,29	11,02	
30	3,51	6,01	3,51	2,36	4,67	4,67	8,71	4,47	6,21	4,86	3,90	6,59	3,90	2,45	2,26	3,70	1,97	3,51	
32	5,82	7,94	6,01	4,86	3,03	2,74	7,17	3,32	4,67	4,09	4,09	6,01	4,47	2,93	3,90	2,74	4,28	6,01	
33	6,98	8,52	6,59	5,44	3,03	1,91	6,98	0,00	4,67	4,09	5,44	5,05	4,67	4,47	5,24	4,28	5,82	7,36	
34	5,82	5,82	4,67	4,67	3,70	4,67	8,32	5,05	5,82	3,90	2,26	6,98	2,26	3,90	3,32	4,67	3,90	3,90	
36	3,51	7,94	6,21	5,24	4,67	4,09	8,71	4,28	6,59	4,86	4,86	6,78	4,67	2,93	4,28	2,84	3,90	6,40	
37	7,55	10,06	8,32	7,36	3,32	5,44	4,28	4,67	0,00	3,70	6,21	2,55	4,67	6,78	6,21	6,01	6,78	8,52	
38	7,94	8,90	6,98	5,82	1,78	3,70	9,67	4,09	3,70	0,00	4,28	5,05	3,03	4,47	4,47	4,28	5,05	6,78	
39	6,01	5,82	4,67	4,86	4,09	5,05	8,71	5,44	6,21	4,28	0,00	6,98	2,26	3,90	3,32	4,67	3,90	4,28	
41	10,25	10,83	8,71	7,55	4,09	4,67	5,44	5,05	2,55	5,05	6,98	0,00	6,40	7,36	7,36	7,36	8,32	9,67	
44	6,01	6,59	5,63	4,86	2,84	4,28	7,75	4,67	4,67	3,03	2,26	6,40	0,00	3,51	3,32	3,90	3,90	4,86	
45	4,47	6,59	4,67	3,51	4,67	4,09	10,06	4,47	6,78	4,47	3,90	7,36	3,51	0,00	2,74	2,65	3,32	5,05	
46	4,47	5,24	4,28	3,22	4,67	4,86	8,71	5,24	6,21	4,47	3,32	7,36	3,32	2,74	0,00	3,90	2,65	3,70	
47	5,05	7,75	6,01	5,44	4,28	3,90	8,52	4,28	6,01	4,28	4,67	7,36	3,90	2,65	3,90	0,00	3,90	6,59	
49	10,06	14,29	9,48	8,32	4,47	5,24	5,44	5,63	2,93	5,05	6,78	5,24	6,01	7,94	7,55	7,55	5,63	7,36	
50	5,82	7,94	6,01	4,86	3,03	2,74	7,17	3,13	4,67	2,84	4,67	6,01	3,90	3,51	4,09	3,70	4,28	6,01	
52	7,94	2,16	6,78	6,78	8,32	8,32	13,33	8,71	9,86	8,13	5,63	11,02	6,21	6,21	5,05	7,75	6,98	4,86	
53	2,16	6,59	3,70	3,13	5,24	5,44	9,29	5,82	6,78	5,05	3,90	8,32	3,90	3,32	2,65	3,90	0,00	3,70	
54	5,05	7,75	6,01	5,24	4,28	3,90	8,32	4,28	6,01	4,09	4,47	7,17	3,70	2,55	3,90	2,84	3,90	6,59	
56	3,90	5,82	2,07	2,55	6,98	6,98	11,02	7,36	8,52	6,78	4,28	9,67	4,86	5,05	3,70	6,59	3,70	0,00	
101	4,28	7,17	5,44	4,47	2,84	3,32	8,13	3,03	4,47	3,03	3,32	6,21	2,07	3,70	3,51	3,90	4,09	5,82	
110 x		7,94		3,70	3,22	6,98	5,05	11,40	5,82	7,55	7,94	6,01	10,25	6,01	4,47	4,47	5,05	2,16	3,90
111	7,94 x		6,40	6,98	8,71	8,52	13,33	5,82	10,06	8,90	5,82	10,83	6,59	6,59	5,24	7,75	6,59	5,82	
117	3,70	6,40 x		2,65	6,78	6,78	10,83	4,67	8,32	6,98	4,67	8,71	5,63	4,67	4,28	6,01	3,70	2,07	
120	3,22	6,98	2,65 x		5,63	5,82	9,67	4,67	7,36	5,82	4,86	7,55	4,86	3,51	3,22	5,44	3,13	2,55	
122	6,98	8,71	6,78	5,63 x		3,51	6,21	3,70	3,32	1,78	4,09	4,09	2,84	4,67	4,67	4,28	5,24	6,98	
126	5,05	8,52	6,78	5,82	3,51 x		6,59	4,67	5,44	3,70	5,05	4,67	4,28	4,09	4,86	3,90	5,44	6,98	
129	11,40	13,33	10,83	9,67	6,21	6,59 x		8,32	4,28	9,67	8,71	5,44	7,75	10,06	8,71	8,52	9,29	11,02	
134	5,82	5,82	4,67	4,67	3,70	4,67	8,32 x		5,82	3,90	2,26	6,98	2,26	3,90	3,32	4,67	3,90	3,90	
137	7,55	10,06	8,32	7,36	3,32	5,44	4,28	5,82 x		3,70	6,21	2,55	4,67	6,78	6,21	6,01	6,78	8,52	
138	7,94	8,90	6,98	5,82	1,78	3,70	9,67	3,90	3,70 x		4,28	5,05	3,03	4,47	4,47	4,28	5,05	6,78	
139	6,01	5,82	4,67	4,86	4,09	5,05	8,71	2,26	6,21	4,28 x		6,98	2,26	3,90	3,32	4,67	3,90	4,28	
141	10,25	10,83	8,71	7,55	4,09	4,67	5,44	6,98	2,55	5,05	6,98 x		6,40	7,36	7,36	7,36	8,32	9,67	
144	6,01	6,59	5,63	4,86	2,84	4,28	7,75	2,26	4,67	3,03	2,26	6,40 x		3,51	3,32	3,90	3,90	4,86	
145	4,47	6,59	4,67	3,51	4,67	4,09	10,06	3,90	6,78	4,47	3,90	7,36	3,51 x		2,74	2,65	3,32	5,05	
146	4,47	5,24	4,28	3,22	4,67	4,86	8,71	3,32	6,21	4,47	3,32	7,36	3,32	2,74 x		3,90	2,65	3,70	
147	5,05	7,75	6,01	5,44	4,28	3,90	8,52	4,67	6,01	4,28	4,67	7,36	3,90	2,65	3,90 x		3,90	6,59	
153	2,16	6,59	3,70	3,13	5,24	5,44	9,29	3,90	6,78	5,05	3,90	8,32	3,90	3,32	2,65	3,90 x		3,70	
156	3,90	5,82	2,07	2,55	6,98	6,98	11,02	3,90	8,52	6,78	4,28	9,67	4,86	5,05	3,70	6,59	3,70 x		

4 Exemplo do ficheiro *Input* das janelas temporais no modelo – “M_SAD_TW2”

O ficheiro “M_SAD_TW2”, é um exemplo dos ficheiros *input* das janelas temporais para o modelo, onde o “eTW('1','2')” corresponde ao tempo mais cedo para início do serviço ao utente “1” no dia 2, segunda-feira, e o “ITW('1','2')” corresponde ao tempo de início mais tarde.

eTW('1','2')=0;	eTW('53','2')=0;	ITW('15','2')=300;	ITW('110','2')=510;
eTW('2','2')=0;	eTW('54','2')=0;	ITW('17','2')=300;	ITW('111','2')=510;
eTW('10','2')=0;	eTW('56','2')=0;	ITW('19','2')=510;	ITW('117','2')=510;
eTW('11','2')=0;	eTW('101','2')=360;	ITW('20','2')=300;	ITW('120','2')=510;
eTW('15','2')=0;	eTW('110','2')=360;	ITW('22','2')=300;	ITW('122','2')=510;
eTW('17','2')=0;	eTW('111','2')=360;	ITW('26','2')=300;	ITW('126','2')=510;
eTW('19','2')=360;	eTW('117','2')=360;	ITW('28','2')=300;	ITW('129','2')=510;
eTW('20','2')=0;	eTW('120','2')=360;	ITW('29','2')=300;	ITW('134','2')=510;
eTW('22','2')=0;	eTW('122','2')=360;	ITW('30','2')=300;	ITW('137','2')=510;
eTW('26','2')=0;	eTW('126','2')=360;	ITW('32','2')=510;	ITW('138','2')=510;
eTW('28','2')=0;	eTW('129','2')=360;	ITW('34','2')=300;	ITW('139','2')=510;
eTW('29','2')=0;	eTW('134','2')=360;	ITW('36','2')=300;	ITW('141','2')=510;
eTW('30','2')=0;	eTW('137','2')=360;	ITW('37','2')=300;	ITW('144','2')=510;
eTW('32','2')=360;	eTW('138','2')=360;	ITW('38','2')=300;	ITW('145','2')=510;
eTW('34','2')=0;	eTW('139','2')=360;	ITW('39','2')=300;	ITW('146','2')=510;
eTW('36','2')=0;	eTW('141','2')=360;	ITW('41','2')=300;	ITW('147','2')=510;
eTW('37','2')=0;	eTW('144','2')=360;	ITW('44','2')=300;	ITW('153','2')=510;
eTW('38','2')=0;	eTW('145','2')=360;	ITW('45','2')=300;	ITW('156','2')=510;
eTW('39','2')=0;	eTW('146','2')=360;	ITW('46','2')=300;	
eTW('41','2')=0;	eTW('147','2')=360;	ITW('47','2')=300;	
eTW('44','2')=0;	eTW('153','2')=360;	ITW('49','2')=300;	
eTW('45','2')=0;	eTW('156','2')=360;	ITW('50','2')=510;	
eTW('46','2')=0;	ITW('1','2')=300;	ITW('53','2')=300;	
eTW('47','2')=0;	ITW('2','2')=300;	ITW('54','2')=300;	
eTW('49','2')=0;	ITW('10','2')=300;	ITW('56','2')=300;	
eTW('50','2')=360;	ITW('11','2')=300;	ITW('101','2')=510;	

5 Exemplo do ficheiro *Input* da duração dos serviços no modelo – “M_SAD_W5”

O ficheiro “M_SAD_W5”, é um exemplo dos ficheiros *input* da duração dos serviços prestados a cada um dos utentes, onde o “W('111','5)” representa a duração do segundo serviço prestado ao utente “11” na quinta-feira.

W('1','5')=20;	W('30','5')=20;	W('49','5')=20;	W('137','5')=15;
W('2','5')=5;	W('33','5')=5;	W('53','5')=20;	W('138','5')=15;
W('10','5')=20;	W('34','5')=20;	W('54','5')=20;	W('139','5')=15;
W('11','5')=20;	W('36','5')=35;	W('56','5')=20;	W('141','5')=15;
W('15','5')=20;	W('37','5')=35;	W('101','5')=15;	W('144','5')=15;
W('17','5')=20;	W('38','5')=20;	W('111','5')=15;	W('145','5')=15;
W('20','5')=5;	W('39','5')=20;	W('117','5')=15;	W('146','5')=15;
W('21','5')=35;	W('41','5')=20;	W('120','5')=15;	W('147','5')=15;
W('22','5')=35;	W('44','5')=20;	W('122','5')=15;	W('153','5')=15;
W('26','5')=35;	W('45','5')=20;	W('126','5')=15;	W('156','5')=15;
W('28','5')=20;	W('46','5')=35;	W('129','5')=15;	
W('29','5')=20;	W('47','5')=20;	W('134','5')=15;	

6 Exemplo do ficheiro *Input* das distâncias no modelo – “M_SAD_dist7_Carro”

O ficheiro “M_SAD_dist7_Carro”, é um exemplo dos ficheiros *input* das distâncias entre todos os nós considerados para o sábado, onde “dst('17','1')” representa a distância de carro entre o utente “17” e o utente “1”.

```
dst('0','1')=3.70466;    dst('0','17')=6.2069;    dst('0','36')=2.26106;    dst('0','38')=3.89714;
dst('0','101')=3.70466;  dst('0','117')=6.2069;    dst('0','138')=3.89714;  dst('1','0')=3.70466;
dst('1','17')=5.43698;   dst('1','36')=4.47458;    dst('1','38')=3.03098;   dst('1','101')=0;
dst('1','117')=5.43698;  dst('1','138')=3.03098;   dst('17','0')=6.2069;    dst('17','1')=5.43698;
dst('17','36')=6.2069;   dst('17','38')=6.97682;   dst('17','101')=5.43698;  dst('17','117')=0;
dst('17','138')=6.97682; dst('36','0')=2.26106;    dst('36','1')=4.47458;   dst('36','17')=6.2069;
dst('36','38')=4.85954;  dst('36','101')=4.47458;  dst('36','117')=6.2069;  dst('36','138')=4.85954;
dst('38','0')=3.89714;   dst('38','1')=3.03098;    dst('38','17')=6.97682;  dst('38','36')=4.85954;
dst('38','101')=3.03098; dst('38','117')=6.97682;  dst('38','138')=0;       dst('101','0')=3.70466;
dst('101','1')=0;       dst('101','17')=5.43698;  dst('101','36')=4.47458;  dst('101','38')=3.03098;
dst('101','117')=5.43698; dst('101','138')=3.03098;    dst('117','0')=6.2069;
dst('117','1')=5.43698;  dst('117','17')=0;        dst('117','36')=6.2069;   dst('117','38')=6.97682;
dst('117','101')=5.43698; dst('117','138')=6.97682;    dst('138','0')=3.89714;
dst('138','1')=3.03098;  dst('138','17')=6.97682;  dst('138','36')=4.85954;  dst('138','38')=0;
dst('138','101')=3.03098; dst('138','117')=6.97682;
```